ASSIS RODRIGUES ABBUD VILLELA

**ESTUDO DE CAMADA DE BASE ASFÁLTICA
DE MÓDULO ELEVADO PARA RESTAURAÇÃO
DE RODOVIAS DE TRÁFEGO MUITO PESADO**

São Paulo
2012

ASSIS RODRIGUES ABBUD VILLELA

**ESTUDO DE CAMADA DE BASE ASFÁLTICA
DE MÓDULO ELEVADO PARA RESTAURAÇÃO
DE RODOVIAS DE TRÁFEGO MUITO PESADO**

Tese apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para obtenção do
Título de Doutor em Engenharia

Área de Concentração:
Engenharia de Transportes

Orientadora:
**Professora Titular, Doutora
Liedi Légi Bariani Bernucci**

São Paulo
2012

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, 15 de fevereiro de 2012.

Assinatura do autor _____

Assinatura do orientador _____

FICHA CATALOGRÁFICA

Villela, Assis Rodrigues Abbud

Estudo de camada de base asfáltica de módulo elevado para restauração de rodovias de tráfego muito pesado / A.R.A. Villela. -- São Paulo, 2012.

206 p.

Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Transportes.

1. Pavimentação 2. Pavimentação asfáltica 3. Tráfego rodoviário 4. Módulos I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Transportes II. t.

FICHA DE APROVAÇÃO

ASSIS RODRIGUES ABBUD VILLELA

ESTUDO DE CAMADA DE BASE ASFÁLTICA DE MÓDULO ELEVADO PARA RESTAURAÇÃO DE RODOVIAS DE TRÁFEGO MUITO PESADO

Texto apresentado à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Doutor

Área de concentração: **Engenharia de Transportes**

Aprovado em: _____

BANCA EXAMINADORA

Professora Titular, Doutora Liedi Légi Bariani Bernucci
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
(USP)

Professor Doutor Carlos Yukio Suzuki
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
(USP)

Professora Doutora Laura Maria Goretti da Motta
Universidade Federal do Rio de Janeiro
(UFRJ / COPPE)

Doutora Leni Figueiredo Mathias Leite
Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo
Américo Miguez de Mello (CENPES / Petrobras)

Professor Doutor Jorge Augusto Pereira Ceratti
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
(UFRGS)

*Ao João e à Helô, pelos
incontáveis desenhos que
criamos e colorimos juntos ao
longo do desenvolvimento
desta tese. Nossa geladeira é
uma verdadeira galeria de arte!*

Embora muito da produção de uma tese resulte de horas solitárias diante de folhas preenchidas ou a preencher, nada se faz sozinho. É sempre no diálogo com os outros que se constroem as ideias e se realiza o trabalho. Agradecer-lhes é reconhecer sua importância em minhas realizações. Por isso minha profunda gratidão:

- A Deus, pela graça da vida, pela saúde, pelos dons e meios concedidos à realização e conclusão de mais uma jornada.
- Ao João e à Helô pelo amor, respeito e pela presença, fundamentais em toda essa minha trajetória. Sobretudo, por compreender minhas dificuldades e minhas ausências, com constantes palavras de ânimo e total confiança no meu sucesso. Fortalece-me o simples fato de saber que vocês existem em minha vida.
- Ao meu pai Luiz (*in memoriam*) e a minha mãe Rosa Alice, que me incentivaram em toda possível curiosidade, na busca constante do conhecimento e na dedicação aos estudos. O que talvez vocês não tivessem adivinhado ou previsto é que eu faria da curiosidade, do desejo de tudo conhecer, de experimentar toda novidade, um doce complemento de minha profissão. Aos meus irmãos, Anthuza e Juliano, que me estimularam nesse longo período de estudo.
- À minha família (Abbud, Bruel, Gemin, Villela), o fato de saber que posso contar com vocês me permite progredir constantemente no caminho que escolhi. Em diversos momentos da vida encontrei na família meu porto seguro, que se revelou imprescindível mesmo quando teimei em achar o contrário. À tia Angelina que, dentre tantos conselhos e conversas prazerosas, ao redor de uma bela mesa de café tipicamente mineira, teve a coragem de indicar um garoto de 18 anos de idade, que recém havia ingressado na engenharia, para lecionar aulas de matemática. Sua generosidade e todo aquele aprendizado naqueles anos letivos resultaram nesta tese.
- À minha orientadora Professora Liedí, por permitir este convívio, uma das experiências determinantes de minha formação acadêmica, profissional e pessoal. Neste período, aprendi a confiar na racionalidade e ainda mais na capacidade de aprimoramento técnico. Ao admirá-la, mantenho a esperança de que a vida pode e deve ser mais leve e agradável.
- Ao Professor Suzuki, pela valiosa contribuição dada a esta tese, incentivando-me a reformular o estudo paramétrico e presenteando-me com excelentes sugestões durante o exame de qualificação e, em outras oportunidades, em seu escritório.
- À Professora Laura, pelo estímulo ainda nos primeiros anos de mestrado quando visitava a COPPE. Nunca me esquecerei de sua generosidade em compartilhar os mais recentes artigos técnicos, num tempo em que não eram disponibilizados pela *internet*. Por toda contribuição e pelo constante interesse no desenvolvimento de minha tese.
- À Doutora Leni, pela oportunidade de interlocução, tendo aceitado participar da banca examinadora desta tese e principalmente por ter viabilizado o CAP duro para execução do Trecho Experimental.
- Ao Professor Ceratti, pela arguição atenta e ricas sugestões oferecidas no exame de qualificação. Saiba que suas contribuições são enriquecedoras, desde o tempo do mestrado.

- Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes: Professor Balbo, Professor Hugo, pela competência com que ministraram as disciplinas. Em especial ao Professor Quintanilha, pelas inúmeras horas que generosamente concedeu-me para o auxílio a análise estatística desta tese.
- À amiga Elieni (*in memoriam*). Não sou realmente capaz de expressar a sorte e alegria de, contigo, ter convivido em tantos e significativos momentos. Mas, se aqui todos os agradecimentos serão necessariamente insuficientes, que essas palavras sirvam pelo menos para lembrar quão fantástico foi tê-la conhecido.
- À amiga Márcia Aps, por ter me recebido ainda nos tempos de IPT e acreditado nas minhas intenções, no processo de trabalho e na construção de conhecimento que propus por meio do plano de trabalho ainda na fase embrionária desta tese. Amizade assim não se pode retribuir com palavras. Deixo somente o registro do meu mais total apreço, na certeza de que esta tese coroa este relacionamento fraternal.
- Ao amigo Cláudio Renato, companheiro de muitas reflexões e destinos, comparsa de toda jornada para a execução, madrugada adentro, do Trecho Experimental. Sem seu apoio, dezenas de situações teriam sido difíceis e, sem dúvida, esta tese não seria a mesma.
- Aos velhos amigos da época da UFSC Cássio, Geralci, Renato e Rodolfo, que mesmo distantes são para mim exemplos da amizade incondicional e perene. Floripa não é mais a mesma!
- Ao Laboratório e seus mais do que inestimáveis (e eternos) membros: Amanda, Ana, Diomária, Edson Moura, Erasmo, Kamilla, Kendi, Manuela, Mary, Renato, Rosângela, Rosely, Sérgio, Tiago. Sem vocês a tarefa de terminar este doutorado teria certamente passado de difícil a improvável.
- A Camila, Edson Silva, Luciana, Patrícia, Simone, e todo o pessoal da secretaria do PTR. O trabalho de “bastidores” que vocês realizam pode ser, a muitos olhos, invisível. Mas certamente só é invisível quando bem feito. E ele é extremamente bem feito.
- À ANTT, pelos incentivos à pesquisa por meio de Recursos de Desenvolvimento Tecnológico (RDT).
- Às empresas que colaboraram para a execução e monitoramento do Trecho Experimental desta tese: CENPES, em nome de Leni e Luiz Nascimento; Cibernétrica, em nome de Rodrigo Barella; COPAVEL, em nome de Luciano e Rodrigo Vasconcelos; EPT, em nome de Ricardo Ishikawa; Grupo CCR, em nome de Barba, Burê, Décio, Escudeiro e Paulo Rangel; LENC, em nome de Debora Targas e Joel; RACUM Tecnologia, em nome de Ronaldo Racum; SERVENG CIVILSAN, em nome de Adilson, Calil e Fred.

Enfim agradeço a todos que, mesmo que não soubessem, me fizeram fazer esta tese.

*"Nunca haverá uma porta, e te achas dentro
e esse alcáçar abarca o universo
e não tem nem anverso, nem reverso,
nem muro externo, nem secreto centro.
Não cuides que o rigor de teu caminho,
que tenazmente se bifurca em outro,
que tenazmente se bifurca em outro,
terá fim [...]"*

[Jorge Luis Borges, "Labirinto"]

RESUMO

A partir dos anos 1980, iniciou-se na França o uso de misturas asfálticas de módulo elevado (EME - *Enrobé à Module Élevé*) em intervenções de pavimentos para a restauração de vias urbanas e de trechos de rodovias sujeitas a tráfego pesado e intenso. Estas experiências tiveram como principais finalidades reduzir a deformabilidade e as espessuras das camadas do pavimento, elevando sua rigidez e melhorando seu comportamento mecânico quanto à deformação permanente e à vida de fadiga, em comparação com outros materiais convencionais. Com base nos estudos paramétricos, esta pesquisa analisa as deflexões, tensões e deformações atuantes nas diversas camadas da estrutura de um pavimento, a fim de estudar o comportamento de camadas de EME empregadas nos serviços de restauração. Desde que sejam conhecidas as condições estruturais do pavimento existente e do futuro tráfego, pode-se definir rapidamente as características geométricas e mecânicas das misturas de EME a serem empregadas nas camadas sobrejacentes das restaurações de pavimentos. São apresentados os ensaios laboratoriais com misturas de EME para definição do projeto de mistura, comportamento mecânico, Prensa de Cisalhamento Giratória (PCG - *Presse à Cisaillement Giratoire*) e deformação permanente, cujos resultados atenderam às especificações técnicas. Esta pesquisa conta com a execução de um Trecho Experimental na rodovia Presidente Dutra, localizado no município de Jacareí/SP, que é sujeita a tráfego pesado e intenso. Durante a sua execução, não foram verificadas dificuldades adicionais de usinagem e de execução em pista. Neste trecho composto de três diferentes seções experimentais, variando-se a espessura da camada de base de módulo elevado, foi avaliado e comprovado o bom comportamento estrutural do pavimento com mistura de EME como base asfáltica para restauração do pavimento de rodovia com tráfego muito pesado.

ABSTRACT

Since 80's it has started in France the use of high modulus asphalt concrete (EME - Enrobé à Module Élevé) in pavement interventions for the restoration of urban roads and some sections of highways with heavy and high traffic. Those experiences had the main purpose of reducing deformability and decreasing layers' thicknesses of the pavement, which could raise its strength and improve its mechanical behavior, concerning rutting and fatigue life, in comparison to other conventional materials. Based on a parametric studies, this research analyses deflections, tensions and deformations that act in all pavement structure for studying the behavior of EME layers in restorations. Since structural conditions of the existing pavement and the future traffic are known, it can be rapidly defined the geometrical and mechanical characteristics of EME mixtures for being used as wearing courses in pavement restorations. Laboratory tests were carried out with EME in terms of mixture design, mechanical behavior, French gyratory compaction (PCG - *Presse à Cisaillement Giratoire*) and rutting and the results were in compliance with technical specifications. This research includes a trial section on Presidente Dutra highway in Jacareí city/SP, which is a heavy and high trafficked road. During the construction, no additional difficulties in mixing and laydown operations were found. This test track composed of three sections with different thicknesses of EME as a base layer was evaluated, and proved the good structural behavior of EME mixture as an asphalt base layer for pavement rehabilitation of a very high trafficked road.

SUMÁRIO

1.	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	11
1.1.	RELEVÂNCIA DA PESQUISA E CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA	11
1.2.	ENQUADRAMENTO DA PESQUISA	12
1.3.	DELIMITAÇÕES E PRESSUPOSTOS DA PESQUISA	13
1.4.	HIPÓTESE	14
1.5.	OBJETIVO	14
1.6.	DESCRIÇÃO SUMÁRIA DOS CAPÍTULOS – ESTRUTURA DO TRABALHO	15
2.	MISTURAS ASFÁLTICAS DE MÓDULO ELEVADO (EME)	17
2.1.	INTRODUÇÃO	17
2.2.	CARACTERÍSTICAS DAS MISTURAS DE MÓDULO ELEVADO (EME)	20
2.3.	EXPERIÊNCIAS ANTERIORES COM PAVIMENTOS CONSTITUÍDOS DE MISTURAS ASFÁLTICAS DE MÓDULO ELEVADO (EME)	26
2.3.1.	Experiências Francesas	26
2.3.2.	Experiências Espanholas	30
2.3.3.	Experiência Suíça	31
2.3.4.	Experiências Portuguesas	32
2.3.5.	Experiência Polonesa	34
2.3.6.	Experiência Italiana	35
2.3.7.	Experiências Brasileiras	36
3.	TRECHO EXPERIMENTAL	45
3.1.	LOCALIZAÇÃO DO TRECHO EXPERIMENTAL	45
3.2.	CLIMA E TRÁFEGO ATUANTES NA REGIÃO DO TRECHO EXPERIMENTAL	46
3.2.1.	Clima Atuante na Região do Trecho Experimental	46
3.2.2.	Tráfego Atuante na Região do Trecho Experimental	48
3.2.3.	Velocidades dos Veículos na Região do Trecho Experimental	48
3.3.	SONDAGENS NO TRECHO EXPERIMENTAL	50
3.4.	DEFINIÇÃO DO TRECHO EXPERIMENTAL	54
3.5.	ESTUDOS LABORATORIAIS	56
3.5.1.	Distribuição Granulométrica do EME	56
3.5.2.	Caracterização do Ligante do EME	56
3.5.3.	Projeto da Mistura do EME	57
3.5.4.	Propriedades Mecânicas do EME– Deformação Permanente e PCG	61
3.6.	USINAGEM E EXECUÇÃO DO TRECHO EXPERIMENTAL	62
3.6.1.	Usinagem do Trecho Experimental	62
3.6.2.	Execução do Trecho Experimental	66
3.6.2.1.	Preparo da Superfície	66
3.6.2.2.	Distribuição e Compactação do EME	66

3.6.2.3.	Sistema de Drenagem	67
3.6.2.4.	Controle da Execução	67
3.6.2.5.	Execução da Camada de Rolamento	68
4.	ESTUDOS PARAMÉTRICOS	69
4.1.	ESTUDOS PARAMÉTRICOS ANTECEDENTES	69
4.2.	ESTUDOS PARAMÉTRICOS PARA ESTRUTURAS DE PAVIMENTO RESTAURADAS COM CAMADA DE BASE EM EME	71
4.2.1.	Dimensionamento de Estruturas de Restauração de Pavimentos	71
4.2.2.	Descrição das etapas para o Desenvolvimento do Estudo Paramétrico	72
5.	ANÁLISE DOS RESULTADOS	103
5.1.	ANÁLISES MECANÍSTICAS	103
5.1.1.	Levantamento Deflectométrico	103
5.1.2.	Análise da Linearidade do Sistema Estrutural Multicamadas	106
5.1.3.	Análise das Medidas de Deflexões	111
5.1.3.1.	Análise das Medidas de Deflexões entre Seções de Comportamentos Similares	111
5.1.3.2.	Análise das Medidas de Deflexões ao longo do Trecho Experimental	117
5.1.4.	Retroanálises dos Módulos de resiliência das Camadas de EME	119
5.2.	AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE DEFEITOS	125
5.3.	AVALIAÇÃO ESTRUTURAL PELO DNER PRO-11/79	127
5.3.1.	Modelos Propostos para Misturas Asfálticas de Módulo Elevado (EME)	129
5.3.1.1.	Fator de Redução K de Deflexão para EME	129
5.3.1.2.	Modelos Empíricos para EME	132
6.	CONCLUSÕES	138
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	143
	ANEXOS	151
	Modelos Desenvolvidos	153
	Levantamentos Deflectométricos	167

RELAÇÃO DE FIGURAS

Figura 2.1 – Estruturas do pavimento para a temperatura de 15°C e 10 Hz, estudadas por QUINTERO (2011)	42
Figura 2.2 – Estruturas do pavimento para a temperatura de 30°C e 10 Hz, estudadas por QUINTERO (2011)	43
Figura 3.1 – Localização do Trecho Experimental (imagem extraída no <i>Google Earth</i>)	45
Figura 3.2 – Localização dos Sensores a laço indutivo para classificação e identificação e identificação da velocidade dos veículos, km 170+360	49
Figura 3.3 – Distribuição dos veículos em relação à velocidade trafegada	49
Figura 3.4 – Estaca 170+420: Grau de trincamento da superfície do pavimento	51
Figura 3.5 – Estaca 170+260: Grau de trincamento de superfície do pavimento e deficiência do dispositivo de drenagem	51
Figura 3.6 – Estaca 170+260: Poço de Inspeção P05 e materiais extraídos	51
Figura 3.7 – Estaca 170+260: detalhe da camada de base contaminada	51
Figura 3.8 – Perfil longitudinal com a estrutura do pavimento no local do Trecho Experimental	53
Figura 3.9 – Localização de cada Seção do Trecho Experimental	55
Figura 3.10 – Curva granulométrica da mistura de EME estuda	57
Figura 3.11 – Massa específica aparente (g/cm^3)	60
Figura 3.12 – Massa específica teórica (g/cm^3)	60
Figura 3.13 – Volume de vazios (%)	60
Figura 3.14 – Vazios do agregado mineral (%)	60
Figura 3.15 – Relação betume/vazios (%)	60
Figura 3.16 – Resistência à tração (MPa)	60
Figura 3.17 – Aptidão de compactação para o ensaio na Prensa de Cisalhamento Giratória (PCG)	61
Figura 3.19 – Deformação permanente em trilha de roda no simulador LCP	62
Figura 3.18 – Usina Gravimétrica Jambeiro Serveng-Civilsan	63
Figura 3.19 – Tela de controle das atividades da Usina Gravimétrica	63
Figura 3.20 – Acabamento da superfície de EME	68
Figura 4.1 – Fluxograma de representação dos Estudos Paramétricos	73
Figura 4.2 – Pavimento tipo com camadas de revestimento e EME como restauração	74
Figura 4.3 – Desenho esquemático da distribuição do carregamento para simulação com FWD	76
Figura 4.4 – Desenho esquemático da distribuição do carregamento para simulação com VBK	77
Figura 4.5 – Análise dos resíduos para os Indicadores Estruturais e para os Indicadores de Curvatura	92
Figura 4.6 – Comparação dos modelos em função MR_{REM} e D_{OREM} ante ao ϵ_{tEME} Retroanalizados	98

Figura 4.7 – Comparação dos modelos em função MR_{REM} e D_{OREM} ante ao σ_{tEME} Retroanalizados	99
Figura 4.8 – Comparação dos modelos em função MR_{REM} e D_{OREM} ante ao ε_{VREM} Retroanalizados	99
Figura 4.9 – Ajuste do modelo ε_{VREM} em relação aos modelos em função MR_{REM} e D_{OREM}	101
Figura 5.1 – Estágios dos levantamentos deflectométricos	104
Figura 5.2 – Distribuição das deflexões máximas (D_0) e seus coeficientes de determinação em cada seção experimental na Estrutura Primitiva	107
Figura 5.3 – Distribuição dos valores de SCI e seus coeficientes de determinação em cada seção experimental na Estrutura Primitiva	107
Figura 5.4 – Distribuição das deflexões máximas (D_0) e seus coeficientes de determinação em cada seção experimental no Fundo de Caixa Fresada	108
Figura 5.5 – Distribuição dos valores de SCI e seus coeficientes de determinação em cada seção experimental no Fundo da Caixa Fresada	108
Figura 5.6 – Distribuição das deflexões máximas (D_0) e seus coeficientes de determinação em cada seção experimental na Camada de EME	109
Figura 5.7 – Distribuição dos valores de SCI e seus coeficientes de determinação em cada seção experimental na Camada de EME	109
Figura 5.8 – Distribuição das deflexões máximas (D_0) e seus coeficientes de determinação em cada seção experimental no Topo do Revestimento	110
Figura 5.9 – Distribuição dos valores de SCI e seus coeficientes de determinação em cada seção experimental no Topo do Revestimento	110
Figura 5.10 – Bacias de deflexões na seção de 140 mm de EME da pista experimental, com intensidade de carregamento de 2,1 tf	112
Figura 5.11 – Bacias de deflexões na seção de 110 mm de EME da pista experimental, com intensidade de carregamento de 2,1 tf	113
Figura 5.12 – Bacias de deflexões na seção de 80 mm de EME da pista experimental, com intensidade de carregamento de 2,1 tf	113
Figura 5.13 – Bacias de deflexões na seção de 140 mm de EME da pista experimental, com intensidade de carregamento de 4,1 tf	114
Figura 5.14 – Bacias de deflexões na seção de 110 mm de EME da pista experimental, com intensidade de carregamento de 4,1 tf	114
Figura 5.15 – Bacias de deflexões na seção de 80 mm de EME da pista experimental, com intensidade de carregamento de 4,1 tf	115
Figura 5.16 – Bacias de deflexões na seção de 140 mm de EME da pista experimental, com intensidade de carregamento de 6,5 tf	115
Figura 5.17 – Bacias de deflexões na seção de 110 mm de EME da pista experimental, com intensidade de carregamento de 6,5 tf	116
Figura 5.18 – Bacias de deflexões na seção de 80 mm de EME da pista experimental, com intensidade de carregamento de 6,5 tf	116
Figura 5.19 – Medidas de deflexão máxima ao longo do Trecho Experimental, nos diversos Estágios	118
Figura 5.20 – Módulo de resiliência da Camada de EME, levantamento no Estágio 2 (final da obra do EME)	120

Figura 5.21 – Módulo de resiliência da Camada de EME, levantamento no Estágio 3	120
Figura 5.22 – Módulo de resiliência da Camada de EME, levantamento no Estágio 4	121
Figura 5.23 – Condição de saturação das camadas do pavimento	122
Figura 5.24 – Execução dos dispositivos de drenagem	122
Figura 5.25 – Fator de redução da deflexão K (PRO 11)	131
Figura 5.26 – Potencial de redução da espessura de reforço em EME ($K = 27$) em comparação com o CBUQ convencional ($K = 40$)	134
Figura 5.27 – Características geométricas e mecânicas adotadas para a simulação	135
Figura 5.28 – Valores da deflexão máxima e do módulo de resiliência mínimo admissíveis no topo do remanescente, com seus graus de confiabilidade	136

RELAÇÃO DE TABELAS

Tabela 2.1 – Faixas Granulométricas para a mistura de módulo elevado adotadas em camada de base em Portugal (JAE, 1998 e BRANCO et al, 2006)	22
Tabela 2.2 – Características dos ligantes duros (CAP 10-20 e CAP 15-25) adaptada de ECS (2006)	24
Tabela 2.3 – Características das misturas de elevado módulo (EME 1 e EME 2) adaptada de AFNOR (1999) CORTÉ e SERFASS (2000) e CORTÉ (2001)	25
Tabela 2.4 – Coeficientes estruturais de camadas novas, usadas na França para dimensionamento de pavimentos de aeroportos (PARIZÉ et al, 1998)	29
Tabela 2.5 – Coeficientes estruturais das novas misturas BBME e EME determinados para dimensionamento de pavimentos de aeroportos na França (PARIZÉ et al, 1998)	30
Tabela 2.6 – Características mecânicas das misturas estudadas por MAGALHÃES (2004)	36
Tabela 2.7 – MR e RT das misturas estudadas por FREITAS (2007)	38
Tabela 3.1 – Contribuição da precipitação (mm), ao longo das estações do ano	46
Tabela 3.2 – Contribuição da temperatura do ar (°C), ao longo das estações do ano	47
Tabela 3.3 – Dados de tráfego	48
Tabela 3.4 – Localização dos Poços de Inspeção	50
Tabela 3.5 – Localização das Sondagens Rotativas	52
Tabela 3.6 – Constituição geral do Trecho Experimental	54
Tabela 3.7 – Caracterização do ligante fornecido pela Petrobras	58
Tabela 3.8 – Características Técnicas da Usina Jambeiro	64
Tabela 3.9 – Valor dos módulos de riqueza das amostras	65
Tabela 3.10 – Espessuras de fresagem nas seções experimentais	66
Tabela 3.11 – Temperatura ambiente na de execução do trecho experimental	67
Tabela 4.1 – Parâmetros investigados nos estudos paramétricos antecedentes	70
Tabela 4.2 – Parâmetros considerados para o plano fatorial de modelagem	78
Tabela 4.3 – Coeficientes e parâmetros de análises para indicadores estruturais da VBK	82
Tabela 4.4 – Coeficientes e parâmetros de análises para indicadores de curvatura da VBK	82

Tabela 4.5 – Coeficientes e parâmetros de análises para indicadores estruturais do FWD	83
Tabela 4.6 – Coeficientes e parâmetros de análises para indicadores de curvatura do FWD	83
Tabela 4.7 – Valores dos coeficientes de determinação (R^2) para cada modelo	85
Tabela 4.8 – Coeficientes e parâmetros de análises para indicadores de curvatura para VBK, exceto Q	86
Tabela 4.9 – Coeficientes e parâmetros de análises para indicadores de curvatura para FWD, exceto Q	87
Tabela 4.10 – Valores de D_{OREM} correspondentes a cada MR_{REM}	87
Tabela 4.11 – Coeficientes e parâmetros de análises para indicadores estruturais da VBK	88
Tabela 4.12 – Coeficientes e parâmetros de análises para indicadores de curvatura da VBK	88
Tabela 4.13 – Coeficientes e parâmetros de análises para indicadores de curvatura da FWD	89
Tabela 4.14 – Coeficientes e parâmetros de análises para indicadores de curvatura do FWD	89
Tabela 4.15 – Comparativo dos coeficientes de determinação entre os indicadores estruturais	90
Tabela 4.16 – Comparativo dos coeficientes de determinação entre os indicadores de curvatura	90
Tabela 4.17 – Principais parâmetros para controle dos Indicadores Estruturais (IE)	90
Tabela 4.18 – Equações de Correlação entre os Esforços Solicitantes e D_0 e os Indicadores de Curvatura, a partir dos estudos paramétricos em função de MR_{REM}	94
Tabela 4.19 – Equações de Correlação entre os Esforços Solicitantes e D_0 e os Indicadores de Curvatura, a partir dos estudos paramétricos em função de D_{OREM}	95
Tabela 5.1 – Dia da Realização do levantamento e respectivo Estágio	105
Tabela 5.2 – Relação das faixas de valores deflectométricos para os substratos remanescentes	112

Tabela 5.3 – Análise de variância dos MR_{EME} para os carregamentos do FWD – Estágio 2	124
Tabela 5.4 – Análise de variância dos MR_{EME} para os carregamentos do FWD – Estágio 3	124
Tabela 5.5 – Análise de variância dos MR_{EME} para os carregamentos do FWD – Estágio 4	125
Tabela 5.6 – Evolução da condição geral da superfície do pavimento	126
Tabela 5.7 – Solicitações do tráfego no Trecho Experimental	126
Tabela 5.8 – Modelos empíricos para EME, comparados com CBUQ e Asfalto Borracha	133
Tabela 5.9 – Valores da deflexão máxima e do módulo de resiliência mínimo admissíveis para a estrutura remanescente atingir até $D_{admREV} = 30 (10^{-2} \text{ mm})$	136

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1. RELEVÂNCIA E CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

O pavimento constitui parte de maior custo na infraestrutura de transportes de uma rede rodoviária ou urbana, representando um patrimônio cujo gerenciamento, manutenção e conservação adequados são vitais para a minimização do custo global envolvido no transporte.

Além desse fato, verifica-se no Brasil uma oferta insuficiente de infraestrutura de transporte rodoviário, tanto em extensão quanto na qualidade de suas vias. A má conservação das rodovias impacta negativamente na economia do País, além de gerar um processo de “antieconomia”, ou seja, o volume poupado em serviços de manutenção no momento adequado resulta em acréscimos em gastos futuros com obras de reconstrução e em custos adicionais para os usuários (BARTHOLOMEU, 2006).

Desse modo, cabe à pesquisa em pavimentação o desenvolvimento de tecnologias que possibilitem a construção de rodovias com uma maior durabilidade, proporcionando a postergação de intervenções de reabilitação e a diminuição na frequência de atividades de manutenção (NEVES FILHO, 2004).

Com base nessas evidências, estabelece-se o seguinte questionamento como motivação para o desenvolvimento desta tese: *Pode-se desenvolver uma camada de base capaz de compor uma estrutura de pavimento que resista às trincas por fadiga e à deformação permanente nas trilhas de roda, em um determinado período de vida útil, como estruturas convencionais de reconstrução e que seja de rápida execução?*

1.2. ENQUADRAMENTO DA PESQUISA

Visando melhorar o desempenho mecânico e em contrapartida reduzir as espessuras das camadas asfálticas durante serviços de recuperação de pavimentos urbanos e restauração de rodovias, foram desenvolvidas na França, na década de 80, as chamadas misturas asfálticas de módulo elevado (EME¹). Essas misturas apresentam rigidez superior à das misturas asfálticas convencionais e se caracterizam pelo uso de granulometria contínua e ligantes duros, com penetração a 25°C entre 10 e 20 (10⁻¹ mm) e temperatura de amolecimento anel e bola $\geq 55^{\circ}\text{C}$ (BROSSEAUD, 2002).

As misturas asfálticas de módulo elevado (EME) são usadas nas camadas de base ou de ligação e especificadas de acordo com a norma francesa NF P 98-140 (AFNOR, 1999). São misturas asfálticas com elevado desempenho e durabilidade que permitem a redução de até 25% de espessura nas camadas de pavimento ante as constituídas com materiais convencionais (BROSSEAUD, 2002; 2006).

Pelo exposto, este trabalho busca trazer contribuições no estudo do comportamento de misturas asfálticas de EME, submetidas a tráfego pesado e intenso executadas em escala real. Outras pesquisas nacionais, descritas no capítulo a seguir, abordaram este mesmo tema sob o enfoque da análise das características físicas e mecânicas em laboratório (MAGALHÃES, 2004; FREITAS, 2007 e QUINTERO, 2011) ou da avaliação de comportamento estrutural em pista teste submetida a carregamentos acelerados com simulador de tráfego (ROHDE, 2007).

Propõe-se nesta pesquisa adaptar a tecnologia francesa de misturas asfálticas de EME para as condições brasileiras de dimensionamento, execução e avaliação de desempenho. Pretende-se ainda discutir, a partir do EME, uma nova tecnologia de restauração de pavimentos que propicie maior rigidez e que apresente bom comportamento em relação à vida à fadiga além de minimizar, o quanto possível, os

¹ Neste trabalho, optou-se por utilizar a sigla EME que é comumente utilizada na literatura técnica rodoviária para designar misturas asfálticas de módulo elevado, sendo suas iniciais derivadas da expressão francesa: *enrobé à module élevé*.

transtornos para o usuário por meio de sua rápida execução. Como assinala BROSSEAUD (2002; 2006) ao utilizar ligantes de consistência mais elevada, apesar de teores relativamente maiores, em torno de 6%, e de misturas com baixos volumes de vazios, na ordem de 3 a 6%, consegue-se manter um bom comportamento em relação à fadiga, possibilitando pavimentos de menores espessuras e com características mecânicas superiores a de estruturas convencionais.

1.3. DELIMITAÇÕES E PRESSUPOSTOS DA PESQUISA

Alguns pressupostos adotados na pesquisa são essenciais para a delimitação das fronteiras do trabalho de investigação, tornando mais clara a formulação e compreensão do objetivo desta tese.

Previamente, faz-se necessário estabelecer que o objeto de estudo é a mistura asfáltica de módulo elevado (EME) com finalidade de restauração, ou seja, como parte integrante da estrutura de um pavimento remanescente deteriorado em decorrência da solicitação do tráfego ao longo dos anos.

A base dos conceitos e técnicas utilizadas nesta pesquisa são a associação e a integração entre quatro etapas fundamentais: [i] as características dos materiais que compõem a mistura de EME; [ii] a análise do comportamento mecânico das estruturas com camada de base em EME sob a ação das cargas do tráfego, por meio de processos mecanísticos-empíricos no desenvolvimento de estudos paramétricos; [iii] as etapas e o processo de construção do Trecho Experimental e [iv] o seu comportamento mecânico mensurado *in situ*.

1.4. HIPÓTESE

Tem-se como hipótese da pesquisa que a adoção de um cimento de asfáltico de petróleo (CAP) de baixa penetração, a 25°C, entre 10 e 20x10⁻¹mm e temperatura de ponto de amolecimento anel e bola $\geq 55^{\circ}\text{C}^2$, na composição de misturas asfálticas pode servir como contribuição para inserção de mais uma técnica dentre às comumente utilizadas na pavimentação rodoviária brasileira para situações de estruturas de pavimento submetidas a tráfego pesado e intenso.

Atualmente a fabricação deste CAP no Brasil está em estágio incipiente pelas produtoras de ligantes asfálticos, não representando ainda um volume significativo de produção. Todavia, acredita-se ser propícia sua adoção em escala comercial no Brasil por considerar que haverá demanda nas vias de tráfego pesado e intenso, além de ser uma alternativa para: aeroportos (pista de pouso e decolagem e de taxiamento), terminais e corredores exclusivos de ônibus, praças de pedágios, balanças de controle de pesagem para veículos comerciais, pátios e estacionamentos de manobras de veículos comerciais, em curvas de raios curtos que proporcionam forte esforço tangencial e em vias com rampas acentuadas, principalmente, as ascendentes.

1.5. OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo estudar a tecnologia francesa para execução de camada de base constituída de EME e adaptá-la para as condições brasileiras a fim de possibilitar a análise de seu comportamento em laboratório e em campo por meio do Trecho Experimental submetido ao tráfego real da rodovia Presidente Dutra (BR-116), no estado de São Paulo.

² As demais características do CAP duro bem como da mistura asfáltica de módulo elevado (EME) serão apresentadas no item 2.2 desta tese.

A partir do objetivo descrito, desdobram-se as etapas a serem cumpridas, que envolvem:

- Discutir por meio do estudo bibliográfico e principalmente pela execução de Trecho Experimental as características dos materiais, o processo de produção e a execução da camada asfáltica de EME;
- Analisar as características e o funcionamento mecânico do pavimento constituído de camada de EME sob a influência dos parâmetros que podem afetar o seu desempenho estrutural;
- Avaliar as etapas e os processos para a construção do Trecho Experimental;
- Analisar o comportamento de campo do Trecho Experimental; e,
- Propor um conjunto de indicadores que contribua para a definição de uma metodologia de dimensionamento de pavimento brasileiro para camada asfáltica de EME, considerando: faixa de valores de módulo de resiliência (MR_{EME}) e fator de redução de deflexão estrutural³ (K) admissíveis para projeto de reforço.

1.6. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DOS CAPÍTULOS – ESTRUTURA DO TRABALHO

Além deste primeiro capítulo que apresentou a relevância do tema, o enquadramento temático da tese, o objetivo da pesquisa e as etapas programadas para alcançá-lo; a tese será dividida por mais cinco capítulos apresentados conforme descrição sumária a seguir:

O segundo capítulo compreende a apresentação da literatura a respeito do tema, incluindo informações sobre o histórico de aplicações de Misturas Asfálticas de Módulo Elevado (EME) em diversos Países, suas propriedades, os materiais empregados, produção, execução e ensaios de controle.

³ O fator de redução de deflexão K é preconizado pelo procedimento de restauração de pavimentos DNER-PRO 011/79.

É apresentada no terceiro capítulo a descrição do Trecho Experimental, contemplando suas características geométricas, climáticas e de tráfego. A seleção e caracterização dos materiais utilizados para a produção da mistura de EME estudada, a dosagem, o comportamento mecânico e ainda a execução do trecho do Trecho Experimental, são também abordados neste capítulo.

No quarto capítulo, são apresentadas as características e o funcionamento da estrutura constituída de EME como camada de base na estrutura de pavimento, a partir do estudo paramétrico desenvolvido nesta tese.

A análise dos resultados dos levantamentos deflectométricos, a partir de todos os Estágios em que foram executados é apresentada no quinto capítulo.

Finalmente, no sexto capítulo, são descritas as principais conclusões acerca dos estudos realizados que sintetizam as contribuições desta pesquisa, abordando também as limitações pertinentes ao trabalho desenvolvido, e sugerindo algumas recomendações para pesquisas futuras com a finalidade de aperfeiçoar os critérios de projeto, a produção da mistura, o controle de campo e a avaliação de desempenho do tipo de estrutura proposto na presente tese.

No conjunto de anexos são apresentados os modelos desenvolvidos e os levantamentos executados em campo no Trecho Experimental.

2. MISTURAS ASFÁLTICAS DE MÓDULO ELEVADO (EME)

2.1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das misturas asfálticas de módulo elevado (EME) se deu como consequência da crise do petróleo ocorrida na década de 1970. A crise do petróleo estimulou a busca por soluções que permitissem a redução da quantidade de asfalto e que mantivesse o mesmo desempenho das misturas tradicionais francesas. A produção de ligantes duros (CAP 10/20) tinha como objetivo reduzir a espessura das camadas de concreto asfáltico por meio do aumento de sua rigidez (elevado módulo de deformabilidade), diminuindo assim a demanda por cimento asfáltico (FEE, 2002). Neste sentido, iniciou-se a execução de misturas de EME como camada de base sobre sub-bases granulares ou em base e sub-base de pavimentos a fim de garantir um melhor desempenho da estrutura.

Mas foi a partir de 1980, na França, que as primeiras experiências com misturas asfálticas de módulo elevado (EME) ocorreram, sendo estudada e desenvolvida uma nova família de misturas asfálticas para camadas estruturais de pavimentos rodoviários, apresentando um comportamento superior às misturas tradicionalmente usadas face aos mecanismos de ruína considerados no dimensionamento: trincamento por fadiga e deformação permanente (CAPITÃO, 2003).

Com dificuldades em empregar soluções convencionais de manutenção de estruturas em pavimento de rodovias submetidas a tráfego elevado e intenso e em vias urbanas (com restrições altimétricas, em virtude às interferências de redes de utilidade pública de abastecimento, limitações de calçadas e guias), os franceses propuseram a adoção de mistura de EME, como camada de base em reforços com ou sem fresagem ou escavação parcial do pavimento antigo, empregando camadas mais esbeltas (CAROFF e CORTÉ, 1994; CORTÉ, 2001; BROSSEAUD, 2006).

Após 1985, verificou-se o uso de misturas asfálticas de módulo elevado (EME) em situações nas quais as misturas betuminosas tradicionais não apresentavam comportamento adequado. O CAP duro foi utilizado nas misturas com agregados de baixa qualidade a fim de produzir misturas de bom desempenho. Na maioria dos casos usaram-se estas misturas em camadas de base associadas a uma camada de rolamento delgada sem funções estruturais, proporcionando assim uma redução na espessura total de camadas asfálticas (VÉRHÉE et al, 1991; CORTÉ 2001). Esta redução, proporcionada pela substituição de uma camada asfáltica tradicional por outra constituída de EME, permitiu uma considerável economia de materiais e de tempo de construção dos pavimentos.

A partir de 1990, iniciou-se a aplicação de betumes duros, em geral modificados, no desenvolvimento de misturas de módulo elevado destinadas à camada de rolamento pelo fato de desempenharem um papel estrutural importante quanto à resistência à formação de trilha de roda. Nesse sentido, questionando-se sobre a necessidade da utilização das duas camadas com funções distintas, uma de base constituída de mistura de EME e outra de rolamento, LESAGE (1993) e LESAGE et al (1993) apresentaram uma mistura que proporcionasse as duas funções. Esta mistura é denominada concreto betuminoso de módulo elevado na França de *béton bitumineux à module élevé* (BBME) e especificada pela norma NF P 98-141 (AFNOR, 1992).

Segundo DELORME et al (1996), para o desenvolvimento destas novas concepções de misturas com ligantes de baixa penetração, foi necessário não só um grande número de ensaios de laboratório, para a comparação entre o desempenho das misturas tradicionais e das novas, mas também foram essenciais os testes destas misturas no Simulador de Tráfego Circular de Nantes, além da observação de trechos experimentais por 10 a 15 anos. Dessa forma, embora iniciado na década de 1980, só em 1992 foi possível propor uma primeira especificação francesa para misturas asfálticas de módulo elevado (EME).

Com a finalidade de reduzir os riscos de deformação permanente o uso de misturas asfálticas de módulo elevado (EME) tem sido frequentemente acompanhado pelo uso

de misturas asfálticas delgadas descontínuas usinadas a quente (*Béton Bitumineux Trés Mince* – BBTM) como camada de rolamento com finalidade estritamente funcional. O uso conjunto dessas soluções, camada de rolamento delgada e mistura de EME, tem mostrado as seguintes vantagens:

- baixa porcentagem de vazios e alta rigidez das misturas de módulo elevado que fornece proteção para a camada subjacente quanto à fadiga e à deformação permanente;
- alta textura superficial do BBTM devido a sua granulometria descontínua que proporciona elevada resistência à derrapagem.

As misturas de módulo elevado foram normalizadas em outubro de 1992 pela AFNOR com a denominação NF P 98-140 e em 1993 com a denominação NF P 98-141 para as misturas do tipo EME e BBME respectivamente (CORTÉ, 2001).

As misturas BBME eram utilizadas em menor escala em comparação com as misturas EME até a década de 1993 (MARSOT, 1993). Existem algumas experiências com esse tipo de mistura, como podem ser citados os trabalhos de GLITA et al (2000) e JAMOIS et al (2002). Também na França (KOBISH et al, 1997; JAMOIS et al, 2000), foram estudadas misturas ainda mais rígidas que as EME, denominadas misturas asfálticas de módulo muito elevado (EMTE), utilizadas como camada de base e constituídas de CAP mais consistentes, com penetrações a 25°C inferiores a 10×10^{-1} mm.

Tanto as misturas de BBME quanto as de EMTE não fazem parte de objeto de estudo deste trabalho.

Após os estudos desenvolvidos para a avaliação do comportamento mecânico em laboratório, aplicação e desempenho em campo das misturas asfálticas de módulo elevado (EME) na França, outros Países também realizaram pesquisas com esta tecnologia a fim de comprovarem as vantagens da tecnologia francesa nas condições

construtivas e de solicitação locais. No item 2.3 deste capítulo, serão apresentadas de forma sucinta algumas dessas experiências.

2.2. CARACTERÍSTICAS DAS MISTURAS DE MÓDULO ELEVADO (EME)

As misturas asfálticas de módulo elevado (EME) utilizadas na França são empregadas em pavimentos asfálticos de estrutura plena (do tipo *full depth*) ou estruturas mistas. São também muito utilizadas na execução de restauração de pavimentos, ou seja, com a presença de um substrato remanescente que, portanto, sofreu ações do tráfego ao longo de sua vida de serviço.

A adoção desta técnica pode ainda resultar em redução da espessura final do pavimento de 25%, resultando em economia de agregados e ligante asfáltico (SETRA, 1998 e RGRA, 2005).

Essas misturas são caracterizadas pelo uso de ligantes duros, granulometria contínua e apresentam faixa de valores de módulos de resiliência bem superiores aos encontrados nas misturas convencionais. São misturas densas, de granulometria contínua (30% a 35% passante na peneira de 2mm e 7% a 8% de fíler) e possuindo em sua formulação agregados com diâmetro máximo de 10mm, 14mm ou 20mm., sendo aplicado em camadas variando de 60 a 150 mm de espessura. Possuem alto teor de asfalto em torno de 6% (razão entre o peso do asfalto e o peso do agregado), maior quando comparado ao concreto asfáltico comumente utilizado. Na França, o mais usual é EME 0/14.

Quanto às características de deformabilidade das misturas asfálticas de módulo elevado, o uso de um asfalto duro como ligante aumenta a rigidez da mistura asfáltica (CORTÉ, 2001). Portanto, a dureza do CAP empregado confere elevado módulo de deformabilidade à mistura asfáltica permitindo, com igual espessura, reduzir os esforços transmitidos ao subleito. Além disso, o alto do teor de asfalto possibilita o aumento da compactação da mistura e da sua resistência à fadiga.

As misturas de módulo elevado estão divididas em dois tipos de acordo com sua aplicação seja para camada de ligação (*binder*) ou camada de base (*enrobé à module élevé* – EME) ou camada de rolamento (*béton bitumineux à module élevé* – BBME). As normas NF P 98-140, estabelecida para EME e NF P 98-141, estabelecida para BBME são frutos de mais de 10 anos de aplicação em obras e acompanhamento do desempenho de trechos experimentais e análises laboratoriais.

A mistura de EME é dividida em duas classes: EME 1 – introduzida somente em 1988, devido ao reduzido teor de asfalto, próximos das camadas de base tradicionais francesas denominadas *grave-bitume* (GB), apresenta baixa durabilidade e resistência à fadiga, sendo usada preferencialmente em camadas sujeitas à compressão; e o EME 2 – correspondente a primeira geração deste material, com maior teor de ligante e apresentando maior durabilidade e resistência a fadiga (CORTÉ, 2001).

A mistura de módulo elevado conhecida como EME 2, associada a uma camada de rolamento em concreto asfáltico delgado (20 a 30 mm) constitui uma das técnicas de manutenção mais frequentes para os pavimentos de tráfego pesado e intenso além da elevada resistência a formação de afundamento de trilhas de roda e boa manutenção da macrotextura (aderência e rugosidade). Para conciliar duas propriedades como a rigidez elevada (módulo rigidez a 15°C – 10Hz maior que 14.000 MPa) e a resistência elevada à fadiga ($\epsilon_6 \geq 130 \mu\text{def}$, EME2) é necessário, além de outras características⁴, usar um asfalto duro (baixa penetração, a 25°C, entre 10 e 20x10⁻¹mm e temperatura de ponto de amolecimento anel e bola $\geq 55^\circ\text{C}$). Essa consistência elevada permite uma dosagem relativamente alta em ligante (em torno de 6%, para o EME2), sem que a resistência à afundamento de trilhas de roda seja afetada, mesmo o material apresentando uma baixa porcentagem de vazios, variando de 3 a 6% para o EME 2 (BROSSEUAD, 2002).

⁴ As demais características do CAP duro bem como da mistura asfáltica de módulo elevado (EME) serão apresentadas na Tabela 2.2 desta tese.

Segundo BROUSSEAUD (2002), nas normas francesas não existem faixas granulométricas a serem seguidas. Todo o projeto de dosagem da mistura é baseado no produto final a ser alcançado ou no desempenho requerido da mistura, confirmado pelos ensaios mecânicos.

Há, entretanto, nas normas portuguesas indicação da faixa granulométrica que a mistura de EME 0/20⁵ deve se enquadrar (JAE, 1998 e BRANCO et. al., 2006).

Tabela 2.1 - Faixas Granulométricas para a mistura de módulo elevado adotadas em camada de base em Portugal (JAE, 1998 e BRANCO et al, 2006)

Abertura das malhas das peneiras ASTM		% passante	
(mm)	nº	Limite superior	Limite inferior
25	1"	100	100
19	3/4"	100	90
12,5	1/2"	90	70
9,5	3/8"	80	60
4,75	nº 4	62	44
2,36	nº 8	44	30
0,85	nº 20	30	16
0,425	nº 40	21	10
0,18	nº 80	14	7
0,075	nº 200	10	6

Quanto aos ligantes, embora as normas francesas não façam restrições às suas características, que tanto pode ser um ligante puro, modificado com polímeros ou com aditivos (fibras), a dosagem mínima em asfalto é fixada por meio do "*módulo de riqueza*" que representa uma espessura mínima de filme de asfalto sobre o agregado (BROSSEAUD, 2002).

A partir da escolha de uma determinada curva granulométrica, define-se o teor de ligante em função da superfície específica e do tipo de mistura a partir do módulo de riqueza k, conforme a equação 2.1:

⁵ BRANCO et. al. (2006) citam que, em Portugal, as misturas asfálticas de módulo elevado (EME) utilizadas na execução de camadas de base é de granulometria 0/20, como nas misturas convencionais.

$$\text{Teor de ligante} = k \cdot \alpha \cdot \sqrt[5]{\Sigma} \quad (2.1)$$

Na equação 2.1,

k é o módulo de riqueza;

α é o coeficiente de correção em função da densidade do agregado, segundo a equação 2.2;

$$\alpha = \left(\frac{2,65}{D_{ef}} \right) \quad (2.2)$$

Na equação 2.2,

D_{ef} é a densidade efetiva da mistura de agregados;

Σ é a superfície específica calculada, segundo a equação 2.3;

$$\Sigma = 0,25G + 2,3S + 12s + 135f \quad (2.3)$$

Na equação 2.3,

G é a porcentagem de agregados com diâmetro superior a 6,3 mm;

S é a porcentagem de agregados com diâmetro entre 6,3 e 0,315 mm;

s é a porcentagem de agregados com diâmetro entre 0,315 e 0,075 mm;

f é a porcentagem de agregados com diâmetro inferior a 0,075 mm.

A partir da determinação do teor mínimo de ligante, espera-se que haja o recobrimento total dos agregados e consequentemente maior durabilidade da mistura.

Segundo SERFASS et. al. (1997) as misturas de módulo elevado podem ser divididas em duas categorias quanto ao módulo de riqueza k :

- misturas ricas: que têm módulo de riqueza maior que 3,2; apresentando teor de ligante entre 5,5% e 6,2% com excelente desempenho mecânico em termos de rigidez, deformação permanente e vida de fadiga comprovada pelo monitoramento de vários trechos, desde 1992. Essas misturas apresentam maior aptidão à compactação, menor porcentagem de vazios, maior resistência à água (ensaio Duriez), maior resistência à fadiga e pequena diferença na resistência à deformação permanente em relação às misturas pobres ou fracas;
- misturas pobres ou fracas: com módulo de riqueza entre 2,5 e 3,2; apresentando teor de ligante entre 4,0% e 5,4%, foram extensivamente desenvolvidas com propósitos essencialmente econômicos.

A Tabela 2.2, adaptada de ECS (2006), e a Tabela 2.3, adaptada de AFNOR (1999) CORTÉ e SERFASS (2000) e CORTÉ (2001), apresentam as especificações com os desempenhos mecânicos mínimos e parâmetros exigidos para o ligante duro e para as misturas de alto módulo utilizadas na Europa.

Tabela 2.2 – Características dos ligantes duros (CAP 10-20 e CAP 15-25) adaptada de ECS (2006)

Parâmetro	Ligante duro	
	CAP 10-20	CAP 15-25
Penetração a 25°C, 5s, 100 g (10^{-1} mm)	10-20	15-25
Temperatura de ponto de amolecimento anel e bola	60-76°C	55-71°C
Variação de massa, após RTFOT, máxima	0,5%	0,5%
Penetração retida, após RTFOT, mínima	55%	55%
Aumento da temperatura de amolecimento após RTFOT, máximo	10°C	10°C
Índice de penetração antes do ensaio (no ligante original)	-1,5 a +0,7	-1,5 a +0,7
Viscosidade cinemática a 135°C, mínima	700 mm ² /s	600 mm ² /s
Temperatura de inflação, mínima	245 °C	245 °C
Solubilidade, máxima	99%	99%

**Tabela 2.3 - Especificações para misturas de elevado módulo (EME 1 e EME 2)
adaptada de AFNOR (1999) CORTÉ e SERFASS (2000) e CORTÉ (2001)**

Parâmetro	EME 1		EME 2	
Granulometria	contínua		contínua	
Módulo de riqueza (k)	2,5 – 3,3		≥ 3,4	
Diâmetro máximo dos agregados (0/D) e espessura das camadas	0/10	60 a 100 mm	0/10	60 a 100 mm
	0/14	70 a 120 mm	0/14	70 a 120 mm
	0/20	100 a 150 mm	0/20	100 a 150 mm
% Ligante, para 0/10	4,0 – 5,0		5,2 – 6,2	
% Ligante, para 0/14	3,8 – 4,8		5,0 – 6,0	
% Ligante, para 0/20	3,6 – 4,6		4,9 – 5,8	
Nível de compactação (%)	94 - 98		94 - 98	
Ensaio Duriez (18°C) NF P 98-251-1	≥ 0,70		≥ 0,70	
Deformação Permanente (60°C, 30.000 ciclos) NF P 98-253-1	≤ 7,5% (vazios entre 7 e 10%)		≤ 7,5% (vazios entre 3 e 6%)	
Módulo Rigidez (15°C, 10 Hz) MPa NF P 98-280-2	≥ 14.000 (vazios entre 7 e 10%)		≥ 14.000 (vazios entre 3 e 6%)	
Tração Direta MPa NF P 98-260-1	≥ 14.000 (vazios entre 7 e 10%)		≥ 14.000 (vazios entre 3 e 6%)	
Ensaio de Fadiga ε_6 (10^{-6}) (15°C, 25 Hz), em 1 milhão de ciclos NF P 98-260-1	≥ 100 μdef (vazios entre 7 e 10%)		≥ 130 μdef (vazios entre 3 e 6%)	
PCG Volume de vazios (%)	≤ 10		≤ 6	

Além da realização de ensaios laboratoriais, que tem por finalidade simular as condições de serviço dos materiais de pavimentação, a caracterização do comportamento de pavimentos com EME foi feita também por meio da construção e monitoramento de pistas experimentais. Outro procedimento habitual é monitorar trechos executados em estradas da rede viária. Em ambos os casos, o objetivo fundamental é caracterizar melhor o desempenho em serviço dos materiais. No item a seguir serão apresentadas de forma sucinta algumas dessas experiências.

2.3. EXPERIÊNCIAS ANTERIORES COM PAVIMENTOS CONSTITUÍDOS COM MISTURAS ASFÁLTICAS DE MÓDULO ELEVADO (EME)

Algumas experiências foram desenvolvidas com a execução de estruturas de pavimentos e submetendo-as a carregamentos simulados, outras com trecho de pavimento executado em vias submetidas a tráfego real. Em ambos os casos, sendo avaliado o seu comportamento mecânico. Outras ainda foram desenvolvidas estritamente com simulação de tráfego laboratorial a fim de conhecer o comportamento mecânico da mistura de EME em comparação com misturas asfálticas convencionais.

Apresentam-se a seguir algumas pesquisas que relatam as experiências na utilização de EME na França e em alguns outros Países, inclusive no Brasil.

2.3.1. Experiências Francesas

- **VIVIER e DEGUINES (1986)**

Tem-se como referência em diversos outros estudos sobre misturas asfálticas de módulo elevado a pesquisa de VIVIER e DEGUINES (1986).

Segundo essa pesquisa, o projeto previa originalmente um pavimento constituído por 270 mm de camadas asfálticas. A falta de material pétreo de boa qualidade na região e a abundância de agregados aluvionares⁶ foram determinantes para a adoção de EME. Assim, as camadas estruturais foram realizadas com misturas asfálticas de módulo elevado proporcionando uma redução significativa nos custos da obra em decorrência da diminuição da espessura das camadas do pavimento e, por haver grande quantidade de seixo na região, proporcionando redução no custo transporte do material e na sua produção.

⁶ Agregados aluvionares são materiais pétreos (seixos) transportados por águas correntes e, por consequência, submetidos à erosão pluvial, sendo muitas vezes de forma arredondada.

- **LAUTIER et al (1991)**

LAUTIER et al (1991) apresentam em seu trabalho a execução de um trecho constituído de EME na RD 570, em *Bouches-du-Rhône*. O projeto em sua concepção original previa a construção de uma camada de 700 mm de material britado assente em geotêxtil nos trechos de pavimento novo, e de 200 a 300 mm se colocada sobre o pavimento existente; uma camada asfáltica de 240 mm além de uma camada de rolamento em concreto asfáltico com 60 mm de espessura.

A alternativa proposta manteve as camadas granulares, alterando apenas as camadas asfálticas para: 25 mm de rolamento; 120 mm de concreto betuminoso e 90 mm de EME. Tal alteração resultou em uma redução na espessura total das camadas asfálticas superior a 20%, que apresentou um bom comportamento em serviço.

- **CORTÉ et al (1994)**

CORTÉ et al (1994) estudaram a deformação permanente de camadas de rolamento por meio do simulador de tráfego circular do LCPC (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées) e ensaios de laboratório (simulador LPC e ensaios de *creep* estático e dinâmico). Nesta pesquisa, foram estudadas misturas com 4 tipos diferentes de ligantes, sendo 3 com mesma classe de penetração 50/70: um convencional, outro modificado por SBS e o Shell Multigrade (de baixa sensibilidade térmica); e um ligante duro com penetração 10/20.

As estruturas analisadas apresentaram as mesmas espessuras e características para todas as camadas, exceto a composta pelo ligante duro, que além de 80 mm de mistura como as demais, apresentava também um revestimento de 25 mm de camada asfáltica constituída de ligante modificado por SBS. Após 202.000 ciclos de carregamento no simulador circular, as maiores deformações encontradas, superiores a 12 mm, ocorreram nas misturas com o ligante convencional 50/70, no

modificado por SBS e no Shell Multigrade variaram de 5 e 7mm e enquanto que as menores, de 3 a 5 mm, ocorreram com o ligante duro.

- **SETRA (1997)**

Segundo a SETRA (1997), foi desenvolvida na França uma avaliação de desempenho de 47 trechos de pavimentos construídos no início dos anos oitenta com idades de 2 a 14 anos. Nesta pesquisa as misturas asfálticas de módulo elevado (EME) demonstraram-se bem sucedidas. Os trechos foram implantados em rodovias francesas, do tipo autoestradas e vias urbanas expressas, compreendendo diversas faixas de volumes tráfego com idades distintas. As extensões dos trechos experimentais variaram entre menor que 1 km (21 trechos), entre 1 e 5 km (19 trechos) e maior que 5 km (7 trechos).

Os trechos estudados foram distribuídos entre trechos novos e restaurados, sendo a maioria (36 trechos) executada com uma camada de rolamento do tipo concreto betuminoso delgado ou muito delgado (BBM ou BBTM). Este estudo conclui que os trechos com idade entre 2 e 6 anos não apresentaram degradação nem fissuras incipientes; os trechos com idade entre 6 e 10 anos apresentaram certa porcentagem de fissuras, porém de baixa a moderada severidade; e, os trechos com mais de 10 anos apresentaram uma tendência similar sem, no entanto, requererem intervenções de restauração significativas. Nenhum dos trechos deste estudo apresentou necessidade de reconstrução.

- **PARIZÉ et al (1998)**

PARIZÉ et al (1998) descrevem o estudo que permitiu o emprego de misturas de módulo elevado em aeroportos franceses, com a introdução do "*coeficiente de equivalência estrutural*" (CE) deste material em relação aos tradicionais. Esta pesquisa teve como motivação o método de dimensionamento de pavimentos de aeroportos usado pelos franceses para aeroportos que, naquela época, baseava-se

no método do CBR, que tem como princípio calcular uma estrutura equivalente total em termos de camada granular.

Para dividir a espessura total do pavimento em camadas de materiais diferentes, segundo o método do CBR, é preciso trabalhar com o conceito de coeficiente de equivalência estrutural. Os coeficientes de equivalência estrutural comumente utilizados naquela época na França, para os materiais novos de uso em aeroportos são apresentados na Tabela 2.4.

Tabela 2.4 – Coeficientes estruturais de camadas novas, adotadas na França para dimensionamento de pavimentos de aeroportos (PARIZÉ et al, 1998)

Material	Coeficiente estrutural (CE)
Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ)	2,00
Agregado Betume (Grave Bitume - GR)	1,50
Brita Graduada Tratada com Cimento (BGTC)	1,50
Agregado Emulsão (AE)	1,20
Brita Graduada Simples (BGS)	1,00
Areia Tratada com Cimento (ATC)	0,75
Bica Corrida (BC)	0,50

Na determinação de cada coeficiente de equivalência estrutural para o BBME e para o EME, foram executados trechos experimentais com estes materiais e com os convencionais. Estes trechos foram solicitados por carregamentos em serviço variando de 18tf a 24tf. Com estes experimentos foram obtidos os coeficientes de equivalência mostrados na Tabela 2.5. Tais valores foram verificados por meio do programa computacional ALIZÉ.

Tabela 2.5 – Coeficientes estruturais das misturas BBME e EME, determinados para dimensionamento de pavimentos de aeroportos na França (PARIZÉ et al, 1998)

Material	Coeficiente de equivalência (CE)	Tipo de camada
Concreto Asfáltico de Módulo Elevado (BBME) classe 1 (NF 98-141)	2,50	rolamento
Mistura Asfáltica de Módulo Elevado (EME) classe 2 (NF P 98-140)	1,90	base

2.3.2. Experiências Espanholas

▪ ROCHA (1992)

Na Espanha, o interesse por materiais de alto desempenho surgiu no final dos anos 1980. ROCHA (1992) apresenta a experiência realizada na Espanha, onde foram executados trechos experimentais a fim de estudar uma estrutura alternativa com mistura asfáltica de módulo elevado e investigar seu comportamento em serviço. Foi executada parte destes trechos com misturas asfálticas convencionais cujas espessuras foram definidas no projeto original e outra construída com EME e sofrendo reduções de espessura variando cerca de 0 a 40%.

Os resultados de três levantamentos deflectométricos nos trechos experimentais mostraram aceitáveis reduções de espessura em até 25% em relação às misturas convencionais. Obtiveram-se deflexões mais elevadas nos trechos realizados com EME nos casos onde a redução de espessura foi superior a 30%.

▪ VAL MELÚS (1996)

VAL MELÚS (1996) apresenta os resultados de um estudo desenvolvido sobre camadas de base constituídas de misturas asfálticas de módulo elevado entre 1991 e 1993 na Universidade Politécnica de Madri, com a finalidade de adaptar o uso destes materiais à realidade espanhola. Nesta pesquisa, foram dosadas misturas segundo o

método Marshall utilizando quatro tipos de ligante asfáltico com penetrações a 25°C variando entre 21 e 29×10^{-1} mm.

Ainda é descrito pelo autor que, a partir de 1992, foram executados na Espanha alguns trechos experimentais empregando camadas de base de misturas asfálticas de módulo elevado (EME), tanto em pavimentos novos quanto em reforço de pavimentos antigos em rodovias com baixo volume de tráfego (< 300 veículos pesados, por dia, por faixa).

De acordo com a experiência espanhola, VAL MELÚS (1996) indica valores de 175 a 185°C no final da operação da mistura. Durante a compactação a temperatura mínima deve variar entre 140°C e 150°C. A compactação combina normalmente rolos vibratórios e de pneus e pode ser mais simples devido ao alto teor de ligante proporcionar um efeito lubrificante. Em geral, as espessuras das camadas de mistura de módulo elevado variam entre 80 e 160 mm, sendo aconselhável executar em duas camadas quando exceder 130 mm.

2.3.3. Experiência Suíça

- **PERRET et al (2004)**

Na Suíça, anteriormente à introdução das misturas asfálticas de módulo elevado nas especificações para pavimentação, um projeto experimental foi desenvolvido com a construção de três trechos experimentais solicitados por um simulador de tráfego a fim de avaliar o comportamento dos materiais sob diferentes carregamentos e temperaturas (PERRET et al, 2004).

Dois trechos incluíram em sua estrutura EME classe 1 e 2 nas camadas de base, seguindo as especificações francesas. O terceiro trecho, de referência, foi executado com base asfáltica seguindo as recomendações locais. Os três trechos avaliados foram projetados para apresentar resistências à fadiga equivalentes.

A partir da avaliação do desempenho das estruturas para diferentes tipos de carregamento em diferentes temperaturas, concluiu-se que a mistura do tipo EME classe 1 avaliada não proporcionou redução significativa na espessura das camadas de base de pavimentos, enquanto que a mistura EME classe 2 permitiu redução de 30% em relação à mistura convencional.

2.3.4. Experiências Portuguesas

- **PAUL e SOUZA (1999)**

PAUL e SOUZA (1999) apresentam os resultados de um experimento com uma mistura asfáltica de módulo elevado projetada para a recuperação de uma rodovia portuguesa denominada EN-106 com um tráfego médio diário estimado em 2.000 veículos comerciais. O pavimento original tem uma estrutura constituída por 180 mm de camada asfáltica e 120 mm de macadame hidráulico assente sobre solos com CBR da ordem de 12%.

Nesta pesquisa, a solução para recuperação previa a fresagem de 160 mm e recomposição com uma mistura de módulo elevado e posterior recapeamento com uma camada de desgaste convencional com 60 mm de espessura.

A dosagem volumétrica da mistura foi efetuada a partir do método Marshall tomando como referência alguns parâmetros de dosagem para a mistura EME 2 (0/20), tais como: módulo de riqueza maior que 3,4 e vazios menor que 6%.

O teor de projeto adotado foi de 5,5%. Os resultados de módulo de resiliência e de fadiga foram obtidos por meio de ensaio de dois cutelos. Este ensaio foi realizado à deformação controlada com temperatura de ensaio de 23°C e uma frequência de 10 Hz que, segundo os autores, corresponde a uma velocidade estimada de 60 km/h dos veículos comerciais.

Como resultados obtiveram-se que, para o teor de 4,5% de ligante, o módulo de resiliência foi de 19.532 MPa; para 5,0%, foi de 17.405 MPa e; para 5,5%, foi de 16.811 MPa. As curvas de fadiga apresentam valores de deformações inferiores aos admissíveis, comprovando o bom desempenho.

▪ **CAPITÃO (2003)**

A pesquisa desenvolvida por CAPITÃO (2003) teve como objetivo avaliar e modelar o comportamento mecânico de misturas asfálticas de módulo elevado a partir de ensaios capazes de representar as condições climáticas portuguesas. O estudo buscou ainda apresentar indicadores de desempenho a fim de permitir o desenvolvimento de especificações técnicas locais para misturas asfálticas de módulo elevado.

Na pesquisa, foi executado um trecho experimental de restauração com 16 km de extensão na rodovia EM-14, constituído de camada estrutural de mistura asfáltica de módulo elevado de 160 mm de espessura. A partir da avaliação de características volumétricas e de propriedades mecânicas, foram definidas duas misturas de agregados diferentes: uma com 2% de fíler calcário (mistura A) e outra com 5% de fíler calcário (mistura B), cada uma delas fabricada com três teores diferentes de ligante (4,8; 5,3 e 5,8%).

Foram executados trechos experimentais aplicando dois níveis de compactação diferentes para cada uma das seis composições estudadas: N1 e N2, correspondentes a 30 passagens (20 com rolo de pneus e 10 com rolo de chapa) e 22 passagens (16 com rolo de pneus e 6 com rolo de chapa) do equipamento compactador, respectivamente.

Após a construção dos trechos experimentais, foram recolhidos corpos-de-prova cilíndricos e retangulares, de cada uma das doze composições volumétricas em análise, para a realização de estudo laboratorial das características de deformabilidade e da resistência à fadiga das misturas.

Foram realizados ensaios de flexão de cargas repetidas em corpos-de-prova prismáticos, ensaios em simulador de tráfego do tipo LCPC e ensaios de compressão uniaxial de cargas repetidas em corpos-de-prova cilíndricos. Além das amostras extraídas dos trechos experimentais, foram também ensaiadas amostras moldadas em laboratório.

A partir dos resultados obtidos, foram propostos modelos de previsão para as características de deformabilidade das misturas asfálticas de módulo elevado EME, em função das condições de solicitação, e dos parâmetros de composição das misturas. Em relação à resistência à fadiga e à deformação permanente, chegou-se a um conjunto de modelos que permite estimar alguns indicadores de comportamento, para situações de solicitação previsíveis no território português. Estes parâmetros podem ser adotados para estabelecer critérios de dosagem e elaborar especificações técnicas relativas às misturas asfálticas de módulo elevado (EME).

2.3.5. Experiência Polonesa

- **BROSSEAUD et al (2003)**

Na Polónia, um estudo em conjunto entre o Laboratório de Estradas de *Poznan* e o LCPC avaliou a possibilidade de empregar a solução de restauração constituída de BBTM como camada de rolamento, sobre uma camada de EME (BROSSEAUD et al, 2003)

Durante os ensaios laboratoriais, foi avaliada uma mistura EME empregando um ligante com penetração a 25°C de 25×10^{-1} mm e ponto de amolecimento anel e bola de 58°C. A dosagem Marshall resultou em uma mistura com 5,3% de ligante e volume de vazios de 3,7%; a estabilidade e a fluência medidas a 60°C foram de 14kN e 4 mm, respectivamente. De posse da mistura projetada, foi executado um trecho experimental composto por 120 mm de EME e 30 mm de BBTM.

Os autores concluíram que estruturas de pavimento constituídas de camadas asfálticas com EME e BBTM como camada de rolamento pode resultar na modernização dos projetos de pavimentos novos e de reforços estruturais, proporcionando maior segurança e conforto aos usuários das rodovias.

2.3.6. Experiência Italiana

▪ MONTEPARA e TEBALDI (1999)

MONTEPARA e TEBALDI (1999) apresentam os resultados de uma pesquisa que avaliou o desempenho de misturas asfálticas de módulo elevado (EME) para aplicação em rodovias italianas em substituição às camadas de base cimentada.

Foram preparadas quatro misturas moldadas com o compactador Marshall e com o compactador giratório, variando-se o teor de polímero SBS, sendo que nenhum dos ligantes adotados na pesquisa apresentou penetração dentro dos parâmetros estabelecidos nas normas francesas para elaboração de misturas asfálticas de módulo elevado. Os valores de penetração variaram de 34 a 57×10^{-1} mm, temperatura anel e bola de 75,4 a 82,6°C e com viscosidade a 60°C de 1730 a 825 Pa.s. Os teores de betume foram da faixa de 4,1 e 4,8%.

As misturas foram executadas em trechos experimentais na pista sul da *Autostrada del Brennero A22*, com um tráfego médio diário correspondente à 21.374 veículos comerciais, no ano de 1997. A estrutura executada foi de 50 mm de camada asfáltica de rolamento, 50 mm de camada asfáltica convencional, 180 mm de base com mistura asfáltica de módulo elevado e uma manta de geotêxtil sobre uma sub-base de agregado bem graduado com 350 mm.

As misturas preparadas com o compactador giratório apresentaram características mecânicas muito semelhantes das amostras extraídas do trecho experimental, diferentemente daquelas preparadas com o compactador Marshall.

Os autores concluíram que as misturas asfálticas de EME ensaiadas apresentaram uma resistência à fadiga três vezes maior do que as misturas convencionais por eles utilizadas.

2.3.7. Experiências Brasileiras

Até então, no Brasil, foram desenvolvidas as seguintes pesquisas envolvendo misturas asfálticas de módulo elevado (EME):

- MAGALHÃES (2004) – dissertação de mestrado desenvolvida na COPPE, Rio de Janeiro;
- FREITAS (2007) – dissertação de mestrado desenvolvida na COPPE, Rio de Janeiro;
- ROHDE (2007) – tese de doutorado desenvolvida na UFRGS, Rio Grande do Sul;
- QUINTERO (2011) – dissertação de mestrado desenvolvida na UFSC, Santa Catarina, e,
- MOTTA et al (2011) – pesquisa em desenvolvimento na COPPE, Rio de Janeiro.

▪ **MAGALHÃES (2004)**

MAGALHÃES (2004) comparou duas misturas asfálticas de módulo elevado com ligante modificado por EVA (AMP EVA) e um resíduo asfáltico de petróleo (RASf) e uma mistura com CAP 20, preparadas com agregado de natureza mineral granítica. As misturas preparadas com ligantes especiais apresentaram módulo de resiliência até três vezes maiores que a mistura convencional. A Tabela 2.6 apresenta os valores de módulo de resiliência (MR), resistência à tração (RT) e da relação MR/RT.

Tabela 2.6 - Características mecânicas das misturas estudadas por MAGALHÃES (2004)

Mistura	MR 25°C (MPa)	RT 25°C (MPa)	MR / RT
CAP 20	6603	1,58	4183
AMP EVA	10982	2,25	4874
RASf	16341	3,50	4676

O autor destaca ainda que as misturas asfálticas de módulo elevado preparadas com ligantes especiais apresentaram excelente comportamento à deformação permanente, com afundamentos na trilha de roda em simulador do tipo LCPC entre 3 e 4,5%. Com base em curvas de fadiga e em análises paramétricas, o autor conclui que a mistura preparada com RASF apresentou desempenho superior quando comparado com a mistura de AMP EVA, com relação à vida de fadiga para um N maior que 10^8 .

A partir de uma análise mecânica, MAGALHÃES (2004) concluiu que as misturas asfálticas de módulo elevado atendem aos valores críticos de diferença de tensões quando aplicadas como camada de ligação apoiadas sobre camadas cimentadas com espessuras em torno de 100 a 120 mm, devido a redução das tensões de tração na fibra inferior das misturas asfálticas de módulo elevado proporcionada pela camada cimentada. Sobre camadas granulares de menor rigidez, por exemplo brita graduada, a espessura mínima de mistura asfáltica de módulo elevado sugerida pelo autor é 150 mm.

▪ FREITAS (2007)

FREITAS (2007) estudou a possibilidade do uso de uma escória de aciaria como agregado em misturas asfálticas de módulo elevado. A autora empregou uma única curva granulométrica, constituída por 97% de escória e 3% de cal, e três tipos de ligantes (CAP 30/45, Resíduo de Vácuo e CAP 30/45 com 4% de SASOBIT) para as misturas em estudo. Foram dosadas misturas de referência com a mesma granulometria sem uso de escória FREITAS e MOTTA (2008). Todas as misturas foram caracterizadas mecanicamente por meio de ensaios de módulo de resiliência, resistência à tração estática por compressão diametral, fadiga por compressão diametral à tensão controlada e compressão axial estática (*creep* estático). A Tabela 2.7 apresenta o MR e a RT obtidos pela pesquisadora para as misturas com escória e teor de ligante de projeto de 7% e com agregado convencional e 5% de ligante.

Tabela 2.7 - MR e RT das misturas estudadas por FREITAS (2007)

Ligante asfáltico	Escória		Convencional	
	MR (MPa)	RT (MPa)	MR (MPa)	RT (MPa)
Resíduo de vácuo	8062	1,76	7121	1,62
CAP 30/45 + SASOBIT	9173	1,79	9080	1,89
CAP 30/45	8608	1,92	7082	1,68

A partir de resultados de estudos mecanísticos utilizando o programa computacional FEPAVE2, a autora concluiu que a utilização de misturas asfálticas de módulo elevado (EME) formuladas com escória de aciaria e CAP 30/45 + 4% de SASOBIT pode resultar em pavimentos com espessuras de camadas mais esbeltas. O desempenho mecânico das misturas com escória foi superior ao das misturas produzidas com agregado convencional, embora com teor ligeiramente maior de ligante.

▪ **ROHDE (2007)**

Com o objetivo caracterizar misturas asfálticas de módulo elevado, ROHDE (2007) desenvolveu sua tese empregando procedimentos laboratoriais e testes acelerados por meio da utilização do simulador de tráfego da UFRGS.

No estudo laboratorial foram desenvolvidas misturas de módulo elevado empregando os ligantes RASF, AMP EVA e também foi utilizado um CAP 30/45 modificado por 1,2% de ácido polifosfórico (PPA 30/45) no projeto de misturas asfálticas de módulo elevado. Além destes ligantes, como referência, foi utilizado o CAP 50/70 puro.

Outra etapa foi dedicada ao projeto, execução e monitoramento de uma seção experimental com mistura asfáltica de módulo elevado submetida ao tráfego imposto pelo simulador linear UFRGS-DAER/RS.

Pelo fato de, naquela ocasião⁷, não serem produzidos em escala comercial ligantes asfálticos com as características necessárias para a formulação de EME (penetração, a 25°C, entre 10 e 20x10⁻¹ mm e temperatura de ponto de amolecimento anel e bola entre 60 e 85°C), esta pesquisa analisou materiais alternativos para garantir o desempenho esperado. No desenvolvimento do projeto da mistura asfáltica para a execução da pista experimental foram analisadas as seguintes possibilidades, considerando-se o emprego de materiais em disponibilidade no Estado do Rio Grande do Sul:

- Um CAP 50/70 modificado por 2% de ácido polifosfórico, modificado no Laboratório de Pavimentação da UFRGS, denominado PPA 50/70;
- Um ligante asfáltico modificado em escala laboratorial por asphaltita fornecido pela Petrobras Distribuidora S. A., denominado CAPPLUS 106B; e,
- Um resíduo asfáltico proveniente do beneficiamento do petróleo em torre de vácuo, produzido na Refinaria Alberto Pasqualini, localizada na região metropolitana de Porto Alegre (Canoas/RS).

Para a dosagem da mistura asfáltica empregando o ligante modificado por ácido polifosfórico (PPA 50/70) a composição granulométrica foi avaliada, buscando minimizar a utilização de areia e cal hidratada. Foi constatada na pesquisa que, tendo em vista o desempenho esperado para misturas asfálticas de módulo elevado, a presença de cal hidratada resultou na redução do efeito modificador proporcionado pelo ácido polifosfórico, revelando valores de módulo de resiliência (MR) abaixo dos preconizados na literatura internacional (MR > 10.000 MPa). Portanto, foi possível concluir que a utilização de ligante modificado por este tipo de aditivo não é adequada em misturas asfálticas contendo cal hidratada em sua composição. Neste sentido, as misturas modificadas com ligante PPA 50/70 não foram satisfatórias e, portanto, descartada sua utilização na execução da pista experimental.

⁷ Até o momento, a produção do ligante consistente (ou com modificação para proporcionar seu endurecimento) encontra-se em estágio incipiente no Brasil, mas há um grande potencial para sua utilização em larga escala, como relatado no item 1.4 desta tese.

A mistura asfáltica dosada com CAPPLUS 106B foi considerada a solução mais adequada para a execução da pista experimental, visto que os resultados alcançados pela mistura formulada com RV foram superiores, porém a impossibilidade de fornecimento do ligante por parte da Refinaria levou ao abandono da alternativa.

O concreto asfáltico formulado com RV apresentou as características adequadas ao emprego como mistura de módulo elevado. A modificação do CAP 50/70 empregando ácido polifosfórico (PPA) reduz a penetração e eleva o ponto de amolecimento do ligante, permitindo a formulação de material adequado à utilização em misturas asfálticas de módulo elevado (EME).

A pista experimental projetada foi composta de dois subtrechos: um com 160 mm de camada de rachão; 120 mm de brita graduada simples; 120 mm de EME e o outro manteve todas as camadas do pavimento da anterior alterando-se apenas a camada de EME para 80 mm. Muito embora seja preconizada pela literatura técnica (BROUSSEAUD, 2002), uma mistura asfáltica delgada a quente como camada de rolamento, sobre a camada de módulo elevado (EME) foi executada uma camada de microrrevestimento asfáltico a frio.

Durante o período de operação do simulador de tráfego, foram aplicados inicialmente 100.000 ciclos de carga de 100 kN e pressão de inflação dos pneumáticos de 0,62 MPa (90 psi). Posteriormente, houve um incremento do carregamento e da pressão de inflação dos pneumáticos para 120 kN e 0,69 MPa (100 psi), respectivamente. O emprego de carregamento superior ao especificado para o eixo padrão (82 kN) objetivou acelerar a degradação da seção de teste.

Após análises estruturais efetuadas por meio de avaliações deflectométricas com viga Benkelman (VBK) e *Falling Weight Deflectometer* (FWD), foi selecionada a região da trilha de roda externa do subtrechos constituído de 80 mm de EME para os ensaios acelerados. A escolha deste local ocorreu por ser a região de melhor condição estrutural dentre toda a área da pista experimental.

Durante o período de operação do simulador de tráfego, foi monitorada a evolução da degradação do pavimento da pista experimental com 80 mm de EME em função das solicitações de carregamento impostas e a variação de parâmetros ambientais como temperatura do ar e precipitações pluviométricas.

Apesar de as deformações máximas terem atingido 8 mm no final do experimento, concluiu-se que as misturas modificadas para a formulação de EME têm melhor desempenho que a mistura de referência adotada (CAP 50/70 puro).

Ao final ROHDE (2007) cita que a execução de misturas asfálticas de módulo elevado (EME) em camadas estruturais de pavimentos poderá contribuir para o aumento da vida útil das rodovias.

▪ **QUINTERO (2011)**

A pesquisa de QUINTERO (2011) foi desenvolvida a partir da comparação de desempenho laboratorial de duas misturas asfálticas francesas, uma referente a uma mistura denominada *grave-bitume* dosada com ligante convencional (CAP 30/45) e outra mistura asfáltica de módulo elevado (EME) dosada com CAP de baixa penetração, a 25°C, 10×10^{-1} mm.

Na formulação das duas misturas asfálticas, foram abordadas as características dos materiais, as curvas granulométricas e a descrição dos ensaios realizados em cada nível de formulação segundo a metodologia francesa (LCPC, 2007): verificação da habilidade da mistura asfáltica à compacidade no ensaio de compactação por cisalhamento giratório PCG (AFNOR, 1999), a sensibilidade à água no ensaio de Duriez (AFNOR, 1995), a resistência à deformação permanente (AFNOR, 1993a), o módulo complexo (AFNOR, 1992) e a resistência à fadiga (AFNOR, 1993b).

No ensaio de fadiga a 30°C e 25 Hz, a deformação correspondente a 1 milhão de ciclos mudou de 240 μ def a 10°C e 25 Hz para 173 μ def a 10°C e 25 Hz, e consequentemente as respectivas deformações admissíveis de 112,9 μ def para 82,5

µdef. Este fato apontou que a mistura asfáltica de módulo elevado possui características mecânicas superiores, sendo pouco suscetível à variação de temperatura.

A partir dos dados adquiridos no desempenho laboratorial, as duas misturas foram combinadas em três estruturas para o dimensionamento segundo as diretrizes da metodologia francesa (SETRA-LCPC, 1994 e 1997). Tal dimensionamento foi realizado com o programa ViscoRoute, considerando o modelo reológico de Huet-Sayegh. As estruturas adotadas estão indicadas na Figura 2.1.

Figura 2.1 - Estruturas do pavimento para a temperatura de 15°C e 10 Hz, estudadas por QUINTERO (2011)

Para as três primeiras estruturas de pavimento, considerando a deformação admissível para as misturas adotadas à temperatura de 10°C e 25Hz e temperatura equivalente de 15°C, não se encontrou variação significativa nas espessuras das camadas.

A fim de analisar o efeito da temperatura no dimensionamento, além das três estruturas, uma quarta foi dimensionada considerando para a mistura asfáltica de módulo elevado o valor de deformação admissível correspondente à temperatura de 30°C. A estrutura adotada é apresentada na Figura 2.2.

Figura 2.2 – Nova estrutura do pavimento para a temperatura de 30°C e 10 Hz, estudadas por QUINTERO (2011)

Verificou-se nesta pesquisa, portanto, que a mistura de EME obteve comportamento superior em relação à *grave-bitume*, tanto nos ensaios laboratoriais realizados quanto na comparação das estruturas de pavimento dimensionadas.

▪ **MOTTA et al (2011)**

O objetivo desta pesquisa foi planejar e executar dois trechos experimentais⁸. Os trechos foram executados próximos do km 57 da rodovia BR-040, entre os dias 10 a 13 de dezembro de 2010. O primeiro trecho experimental de referência, executado com mistura asfáltica convencional (CAP 50/70)⁹, encontra-se entre as estacas 5649+10 m e 5659+000, com extensão de 190 m. O segundo, com mistura asfáltica de módulo elevado (EME), encontra-se entre as estacas 5639+10 m e 5649+10 m, com 200 m de extensão.

Após a fresagem total do revestimento antigo de 110 mm de espessura, os dois trechos foram executados em duas camadas asfálticas: 60 mm (camada inferior) e 50 mm (camada superior), recompondo os 110 mm fresados. Essa remoção total do revestimento asfáltico antigo foi em decorrência do elevado grau de trincamento existente na superfície do pavimento e das deflexões máximas médias na ordem de 110×10^{-2} mm encontrados na estrutura primitiva (antes das intervenções previstas).

⁸ Esta pesquisa encontra-se ainda em desenvolvimento pela UFRJ/COPPE e por esta razão haverá a execução de um novo segmento com asfalto morno, além do estudo do tráfego visando à previsão do crescimento e pontos de interesse de mudança de Volume de Tráfego Diário para fins de dimensionamento dos pavimentos.

⁹ O CAP utilizado no trecho de referência da rodovia BR-040 (CAP 50/70) difere do ligante utilizado no trecho de referência desta tese (CAP 30/45), embora ambos sejam comumente utilizados nos serviços de recuperação e restauração no Brasil.

Embora enfatizassem que esta pesquisa encontra-se em fase insipiente e que, por esta razão, seria prematuro traçar conclusões definitivas acerca do comportamento dos trechos estudados, os autores apresentaram um balanço das atividades realizadas até aquele momento, com as seguintes considerações:

- Apesar do pouco tempo de exposição ao tráfego (cerca de 2 meses), os dois trechos experimentais apresentaram afundamentos de trilha de roda em 90% das estacas avaliadas. Em ambos os trechos os valores de afundamentos de trilha de roda variaram de 1 a 5 mm, embora os resultados no trecho de módulo elevado (EME) apresentassem em geral resultados menores que os do trecho de mistura convencional, excetuando-se em dois pontos (estacas 5648 e 5649);
- Os pontos levantados com pêndulo britânico revelaram valores de resistência à derrapagem (VRD) para a mistura asfáltica de módulo elevado (EME) entre 54 e 72, sendo classificados como rugosos a medianamente rugosos, assim como o trecho experimental convencional, cujos valores apresentaram-se ligeiramente mais baixos;
- Nos levantamentos de macrotextura pôde-se observar que a maior parte dos resultados obtidos no levantamento do trecho de EME se enquadraram entre os valores de HS de 0,81 e 1,20, que representa uma macrotextura grossa. Entretanto, os valores encontrados no trecho convencional foram inferiores aos da mistura de EME, em sua maior parte enquadrada na faixa de classificação de macrotextura média, variando HS de 0,41 a 0,80;
- Os valores deflectométricos foram considerados elevados mesmo após a remoção do revestimento antigo totalmente trincado e substituído por camadas asfálticas novas. Embora o trecho de referência em asfalto convencional (CAP 50/70) tivesse apresentado valores deflectométricos, na ordem de $38 \text{ a } 102 \times 10^{-2} \text{ mm}$, inferiores a determinados segmentos do trecho com mistura de EME (entre $69 \text{ e } 95 \times 10^{-2} \text{ mm}$), apresentou mais defeitos em sua superfície¹⁰, 18,7% em média de área com defeitos em comparação a 13,8% no trecho com mistura de EME.

¹⁰ Os valores percentuais das áreas de defeito foram estimados segundo as figuras apresentadas no trabalho de MOTTA et al, 2011.

3. TRECHO EXPERIMENTAL

3.1. LOCALIZAÇÃO DO TRECHO EXPERIMENTAL

O Trecho Experimental encontra-se localizado na Rodovia Presidente Dutra, entre os quilômetros 171 e 170 (sentido Rio de Janeiro) no município de Jacareí/SP, na região do Vale do rio Paraíba do Sul, conforme ilustrado na Figura 3.1. O segmento contém duas faixas de tráfego, tendo sido executado o Trecho Experimental na faixa de veículos pesados (faixa da direita).

**Figura 3.1 – Localização do Trecho Experimental
(imagem extraída do *Google Earth*)**

3.2. CLIMA E TRÁFEGO ATUANTES NA REGIÃO DO TRECHO EXPERIMENTAL

3.2.1. Clima Atuante na Região do Trecho Experimental

O Trecho Experimental está compreendido entre duas estações meteorológicas. São elas:

- Estação Climatológica de Guarulhos: aberta em 1943, localizada a 44,5 km do início do Trecho Experimental.
- Estação Climatológica de Taubaté: aberta em 1983, localizada a 60,5 km do final do Trecho Experimental.

Por se encontrar mais próxima, adotaram-se como representativos da região do Trecho Experimental os valores climatológicos extraídos da Estação de Guarulhos. O período analisado foi de janeiro de 2000 a dezembro de 2009. Os valores das temperaturas e das precipitações podem ser observados na Tabela 3.1 e 3.2.

Tabela 3.1 - Contribuição da precipitação (mm), ao longo das estações do ano

Estações do ano		VERÃO			OUTONO			INVERNO			PRIMAVERA		
		DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
precipitação (mm)	média diária			13,5			10,5			6,6			9,5
	máxima mensal (mês de máxima)			256.0 (JAN)			200.0 (MAR)			60.0 (JUL)			162.0 (NOV)
	média mensal (mm)			230,0			117,0			39,7			117,0
	mínima mensal (mês de mínima)			202.0 (FEV)			66.0 (MAI)			28.0 (AGO)			61.0 (SET)
	total no período (mm)			690,0			351,0			119,0			351,0
	distribuição no período (%)			46,0			23,0			8,0			23,0
	nº médio de dias chuvosos			17			11			5			12

Legenda:

DEZ = dezembro	MAR = março	JUN = junho	SET = setembro
JAN = janeiro	ABR = abril	JUL = julho	OUT = outubro
FEV = fevereiro	MAI = maio	AGO = agosto	NOV = novembro

3.2 - Contribuição da temperatura do ar (°C), ao longo das estações do ano

Estações do ano		VERÃO			OUTONO			INVERNO			PRIMAVERA		
		DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
temperatura do ar (°C)	máxima (mês de máxima)			29,28 (FEV)			29,05 (MAR)			25,21 (AGO)			27,75 (NOV)
	média (°C)			23,90			22,30			18,90			21,80
	mínima (mês de mínima)			18,17 (DEZ)			14,22 (MAI)			12,02 (JUL)			14,54 (SET)

Legenda:

DEZ = dezembro	MAR = março	JUN = junho	SET = setembro
JAN = janeiro	ABR = abril	JUL = julho	OUT = outubro
FEV = fevereiro	MAI = maio	AGO = agosto	NOV = novembro

De acordo com a classificação climática proposta por KÖPPEN (1931) o clima da região do município de Jacareí é do tipo Cwa. A classificação Cwa corresponde ao clima temperado chuvoso (mesotérmico) com inverno seco e verão chuvoso; e subtropical, com inverno seco e temperatura do mês mais quente superior a 22,0°C.

O clima da região que compreende o Trecho Experimental apresenta duas estações bem definidas: uma iniciando-se em novembro e estende-se até o início de abril do ano seguinte, com temperaturas mais elevadas e maiores precipitações pluviométricas, e outra de abril a outubro, mais fria e com menor presença de chuvas.

A temperatura média anual do ar correspondeu a 21,7°C, variando entre um mínimo de 12,02°C, em julho (inverno) e um máximo de 29,28°C, em fevereiro (verão).

Da análise da distribuição da precipitação anual, pelas estações do ano, pode-se observar que aproximadamente 46% da precipitação anual ocorrem no verão, enquanto o inverno é a estação menos chuvosa do ano, com cerca de 8% do total da precipitação anual. As estações de transição, primavera e outono, contribuem com os 46% restantes da precipitação total, distribuídos de maneira equitativa.

A precipitação pluviométrica é o elemento climatológico de maior variabilidade temporal, destacando-se os meses de janeiro, mês mais chuvoso, 256 mm e março

com 200 mm, caracterizando na região uma estação chuvosa bem definida quanto à distribuição de chuva. O mês de julho apresentou o menor valor de precipitação (60 mm).

3.2.2. Tráfego Atual na Região do Trecho Experimental

A partir do estudo de tráfego (Grupo CCR, 2009), são apresentados na Tabela 3.3 de forma resumida os dados de tráfego atuante no Trecho Experimental.

Tabela 3.3 – Dados de tráfego

Taxa de Crescimento Anual (%)		TMDA _{COM}	Fator de Veículo			
			AASHTO		USACE	
3%		8328	2,6		9,2	
Ano		TMDA _{COM} Acum.	Número "N" AASHTO		Número "N" USACE	
			Ano	Acum	Ano	Acum.
	2009	8328	7,90E+06	-	2,79E+07	-
1	2010	8578	8,14E+06	8,14E+06	2,88E+07	2,88E+07
2	2011	8835	8,38E+06	1,65E+07	2,96E+07	5,84E+07
3	2012	9100	8,64E+06	2,52E+07	3,05E+07	8,90E+07
4	2013	9373	8,89E+06	3,41E+07	3,14E+07	1,20E+08
5	2014	9654	9,16E+06	4,32E+07	3,24E+07	1,53E+08
6	2015	9944	9,44E+06	5,27E+07	3,34E+07	1,86E+08
7	2016	10242	9,72E+06	6,24E+07	3,44E+07	2,21E+08
8	2017	10550	1,00E+07	7,24E+07	3,54E+07	2,56E+08

TMDA_{COM}

= tráfego médio diário anual de veículos comerciais

Acum

= valores acumulados

AASHTO

= *American Association of State Highway and Transportation Officials*

USACE

= *United States Army Corps of Engineers*

Segundo os dados de tráfego da Tabela 3.3 o número de eixos padrão de 8,2tf (N) para um período de projeto de 8 anos representa, para o Fator de Veículo AASHTO $7,24 \times 10^7$ e para o Fator de Veículo USACE $2,56 \times 10^8$.

3.2.3. Velocidades dos Veículos na Região do Trecho Experimental

No km 170+360 do Trecho Experimental, existem sensores a laço indutivo para classificação e identificação da velocidade dos veículos (Figura 3.2).

Figura 3.2 – Localização e detalhe dos sensores a laço indutivo para classificação e identificação da velocidade dos veículos, km 170+360

A Figura 3.3 representa de forma ilustrativa a distribuição percentual dos veículos de acordo com a velocidade trafegada, no período de março de 2010 a março de 2011.

Figura 3.3 – Distribuição das velocidades dos veículos no Trecho Experimental

Percebe-se, na Figura 3.3, que 71% dos veículos trafegam a velocidade superior a 70 km/h e que 89% trafegam a velocidade superior a 60 km/h. Neste sentido, é possível considerar representativos os levantamentos deflectométricos com o *Falling Weight Deflectometer* (FWD)¹¹, pelo fato deste equipamento produzir pulsos de carga com duração de 25 a 30 milissegundos correspondendo a velocidades de veículos comerciais entre 60 e 80 km/h.

¹¹ Todas as análises deflectométricas desenvolvidas nos capítulos 4 e 5 desta tese foram realizadas por meio de levantamentos gerados pelo Falling Weight Deflectometer (FWD).

3.3. SONDAGENS NO TRECHO EXPERIMENTAL

Para efeito de avaliação das condições das camadas do pavimento foram efetuadas prospecções dos seguintes tipos:

- Abertura de seis poços de inspeção;
- Extração de dezoito testemunhos por sondagem rotativa.

Em cada caso, inspeções *in loco* das condições das camadas executadas foram efetuadas, assim como ensaios laboratoriais, conforme é descrito a seguir. Todas as prospecções foram realizadas em maio de 2010.

- Abertura de Poços de Inspeção

Poços de sondagem foram efetuados em seis locais, na trilha de roda externa da faixa de tráfego mais solicitada, conforme relação apresentada na Tabela 3.4. Nela são relacionadas as espessuras das camadas do pavimento conforme medidas de cada poço de inspeção

Tabela 3.4 – Localização dos Poços de Inspeção						
Estaca	Poço de inspeção	Espessura dos Materiais Encontrados no Pavimento Anterior a Intervenção (cm)				
		Material Betuminoso	BGS	Cascalho	Areia	Argila
170+940	P01	27	7	15	34	69
170+780	P02	35	26			89
170+600	P03	30		36		64
170+420	P04	30		40		60
170+260	P05	24	13	33		55
170+120	P06	26	10	40		54

Os aspectos principais de campo anotados foram os seguintes:

- Subleito: em argila com aparência firme e estável. Indícios de umidade, sem comprometimento da sua resistência, nos poços P01, P02, P03 e P06; com capacidade de suporte superior a 5% e expansão inferior a 1,4%. Os poços P04 e P05 apresentam maior incidência de umidade, com capacidade de suporte igual a 4% e expansão superior a 2,9%. O poço P04 encontra-se

localizado na região de corte e o poço P05 encontra-se em um ponto baixo. Ambos sendo evidenciados por uma superfície muito deteriorada e, no caso do poço P04, pela alta concentração de água na região de sarjeta. As Figuras 3.4 e 3.5 representam tais situações.

Figura 3.4 – Estaca 170+420: Grau de trincamento da superfície do pavimento

Figura 3.5 – Estaca 170+260: Grau de trincamento de superfície do pavimento e deficiência do dispositivo de drenagem

- Sub-base: em cascalho com aparência úmida, de modo geral, porém íntegra e estável em todos os poços.
- Base: em brita graduada simples (BGS) aparentando contaminada com material da camada de sub-base; aparentando certa umidade devido à infiltração de água pelas trincas da superfície. Tal situação pode ser observada, por exemplo, nas Figuras 3.6 e 3.7 do Poço de Inspeção P05.

Figura 3.6 – Estaca 170+260: Poço de Inspeção P05 e matérias extraídos

Figura 3.7 – Estaca 170+260: detalhe da camada de base contaminada

Foram sacados das camadas do pavimento dezoito testemunhos localizados na trilha de roda externa da faixa de rolamento de veículos pesados, conforme relacionados na Tabela 3.5. Salienta-se que a camada de material betuminoso foi extraída por meio de sondagem rotativa e as demais camadas por meio de sondagem a trado.

Tabela 3.5 – Localização das Sondagens Rotativas

Estaca	Sondagem Rotativa	Espessura dos Materiais Encontrados no Pavimento Anterior a Intervenção (cm)				
		Material Betuminoso	BGS	Cascalho	Areia	Argila
170+960	R01	20	15	11	7	
170+900	R02	18	15	34		
170+840	R03	21,6	10,4	23	13	
170+800	R04	11,5	15,5	33		
170+740	R05	23,5	9	29,5		
170+700	R06	23	6	31		
170+660	R07	12	15	34		
170+620	R08	17	9	35		
170+580	R09	19	28	42		
170+520	R10	17	11	39		
170+460	R11	34,5		25,5		
170+380	R12	23	11	26		
170+340	R13	20,5	10	39,5		
170+300	R14	22,5	13,5	24		
170+220	R15	25	7	28		
170+200	R16	23	10	27		
170+080	R17	24	12	24		
170+040	R18	22	17	23		

As investigações detectaram estruturas com variações de espessura nas camadas denotando heterogeneidade na estrutura. Estas sondagens são apresentadas resumidamente na Figura 3.8.

Figura 3.8 – Perfil longitudinal com a estrutura do pavimento no local do Trecho Experimental

A maioria dos solos ocorrentes é do tipo argiloso (A-7-6), para os poços P02, P03, P04 e P05; e argilo-siltoso (A-6), para os poços P01 e P06.

Nos poços P01, P02, P03 e P06; é apresentada capacidade de suporte superior a 5% e expansão inferior a 1,4%. Os poços P04 e P05 apresentam capacidade de suporte igual a 4% e expansão superior a 2,9%.

Os valores da capacidade de suporte do subleito indicaram muita variação não apresentando nenhuma relação com a classificação do tipo de solo indicado anteriormente. Nos poços P01, P02, P03 e P06; é apresentada capacidade de suporte a 5% e expansão inferior a 1,4%. Os poços P04 e P05 apresentam capacidade de suporte igual a 4% e expansão superior a 2,9%.

3.4. DEFINIÇÃO DO TRECHO EXPERIMENTAL

O Trecho Experimental é constituído de cinco Seções, duas de referência e três experimentais, a saber:

- Primeira Seção de Referência (SRf-01): seção de reconstrução total até o subleito;
- Primeira Seção Experimental (SEx-01): seção de 140 mm de fresagem e recomposição em EME em duas camadas de 70 mm;
- Segunda Seção Experimental (SEx-02): seção de 110 mm de fresagem e recomposição em EME em duas camadas, a inferior de 60 mm e a superior de 50 mm;
- Terceira Seção Experimental (SEx-03): seção de 80 mm de fresagem e recomposição em EME, em uma única camada de 80 mm; e,
- Segunda Seção de Referência (SRf-02): seção de 80 mm de fresagem e recomposição em CBUQ com CAP 30-45 convencional, em uma única camada de 80 mm.

A Tabela 3.6 e a Figura 3.9 apresentam o local onde foi executada cada Seção do Trecho Experimental.

Tabela 3.6 – Constituição geral do Trecho Experimental

km		Extensão (m)	Largura (m)	Intervenção
Inicial	Final			
171+000	170+800	200	4,0	Reconstrução
170+800	170+600	200	4,0	EME – 140 m
170+600	170+400	200	4,0	EME – 110 mm
170+400	170+160	240	4,0	EME – 80 mm
170+160	170+020	140	4,0	CAP 30-45 – 80 mm

Observações

Na estrutura remanescente das Seções Experimentais SEEx-01, SEEx-02 e SEEx-03 e ainda na Seção de Referência SRf-02, estão contidas camadas de revestimento antigo e subleito.

Na estrutura remanescente da Seção de Referência SRf-02, está contido o subleito.

Figura 3.9 – Localização de cada Seção do Trecho Experimental

3.5. ESTUDOS LABORATORIAIS

3.5.1. Distribuição Granulométrica do EME

A mistura de módulo elevado é caracterizada por uma curva de granulometria contínua. A curva de granulometria contínua possui em sua composição todas as frações de agregado de maneira que agregados miúdos caibam nos vazios dos grãos. São materiais que, quando bem compactados, atingem altas densidades e, em consequência, maior resistência

A composição granulométrica projetada para a mistura asfáltica com o CAP endurecido pela PETROBRAS com ácido polifosfórico é constituída de 11% de Brita 1, 28% de pedrisco, 61% de pó de pedra. A comparação entre a curva granulométrica resultante e a curva de máxima densidade é apresentada na Figura 3.10, confrontando também as faixas granulométricas definidas na Espanha (VAL MÉLUS, 1996) e em Portugal (JAE, 1998 e BRANCO et al, 2006)¹².

A composição estudada resulta em uma curva granulométrica contínua, porém desviando-se dos limites superiores nas peneiras número 10 e 40, mostrando excesso de material nas frações mais grossas da granulometria. As demais peneiras encontram-se dentro das faixas granulométricas ou muito próximas de seus limites superiores.

¹² Por serem muito próximas, foi apresentada no gráfico apenas a faixa granulométrica da Espanha (VAL MÉLUS, 1996).

Figura 3.10 – Curva granulométrica da mistura de EME estudada

Como já mencionando no Capítulo 2, segundo BROUSSEAUD (2002), nas normas francesas não existem faixas granulométricas a serem seguidas. Entretanto, são apresentadas peneiras de controle para a composição da curva granulométrica contínua:

- % passante na peneira nº 10 (2mm): 30% a 35%; e
- % passante na peneira nº 200: 7% a 8%.

A partir das peneiras de controle pode-se observar que a curva granulométrica definida encontra-se superior na fração passante na peneira nº 10, excedendo 4,2% no seu limite superior e aproximadamente no limite inferior de fíler, com 6,9%.

3.5.2. Caracterização do Ligante do EME

De acordo com os dados do controle tecnológico de recebimento do ligante na Usina Jambeiro, foram informadas as características apresentadas na Tabela 3.7.

Tabela 3.7 – Caracterização do ligante fornecido pela Petrobras

Parâmetro	Unidade	Resultado	Método
Penetração	dmm	15	NBR-6576
Ponto de amolecimento	°C	79	NBR-6560
Recuperação Elástica	%	79,5	DNER-ME 382/99
Viscosidade Brookfield, 135°C (6rpm, sp 31)		4995	NBR-15184
Viscosidade Brookfield, 150°C (6rpm, sp 31)		2190	
Viscosidade Brookfield, 175°C (6rpm, sp 31)		910	

As faixas de temperaturas para usinagem e compactação também foram fornecidas pela Petrobras:

- Temperatura de usinagem: 175°C - 180°C;
- Temperatura de compactação: 160°C - 165°C;.

Para a confecção da mistura de EME, o ligante endurecido com ácido polifosfórico da Petrobras foi classificado como um CAP 10-20.

Segundo a metodologia SUPERPAVE o ligante foi classificado de acordo com o seu grau de desempenho (*performance grade*) como PG 82-10.

3.5.3. Projeto da Mistura do EME

A partir da distribuição granulométrica selecionada foi realizado o projeto de mistura para o ligante endurecido com ácido polifosfórico da Petrobras. O compactador Marshall foi empregado para produzir corpos de prova para determinar:

- A massa específica aparente e a massa específica máxima teórica;
- As características volumétricas das misturas como volume de vazios (V_v), relação betume vazios (RBV) e vazios no agregado mineral (VAM);
- A resistência à tração por compressão diametral (RT).

A Figuras 3.11 a 3.16 apresentam os parâmetros da mistura estudada.

Segundo as literaturas (CAPITÃO, 2003; AFNOR, 1999; CORTÉ e SERFASS, 2000 e CORTÉ, 2001), as misturas de módulo elevado devem apresentar volume de vazios entre 3 a 6%, vazios do agregado mineral (VAM) superior a 13%, módulo de riqueza (k) superior ou igual a 3,4. Da mistura definida, o volume de vazios foi de 3,6% e VAM igual a 16,1%.

A partir das equações 2.1, 2.2 e 2.3, pode ser estimado o módulo de riqueza baseando-se no teor de betume do projeto de mistura definido em 5,8%. O valor do módulo de riqueza foi estimado em 3,54 e, além de ser superior ao valor estabelecido pela literatura (3,40), segundo SERFASS et al (1997) indica uma mistura com excelente desempenho mecânico em termos de rigidez e deformação permanente.

O teor de vazios é um dos fatores que tem maior influência no desempenho mecânico (deformação permanente) das misturas asfálticas. Existe um intervalo de teor de vazios, de 3% a 7%, para o qual as misturas asfálticas densas são mais estáveis (BROSSEAUD et al, 1993). Para mistura asfáltica de módulo elevado EME 2, o volume de vazio limite superior é igual a 6% inferior igual a 3%.

Figura 3.11 - Massa específica aparente (g/cm^3)

Figura 3.12 - Massa específica máxima teórica (g/cm^3)

Figura 3.13 - Volume de vazios (%)

Figura 3.14 - Vazios do agregado mineral (%)

Figura 3.15 - Relação betume/vazios (%)

Figura 3.16 - Resistência à tração (MPa)

3.5.4. Propriedades Mecânicas do EME – Deformação Permanente e PCG

Nas misturas betuminosas densas, o controle dos vazios busca a obtenção de uma camada com resistência à deformação permanente. A literatura estabelece que, nos ensaios realizados no simulador francês (AFNOR, 1993b), o volume de vazios deve permanecer entre 3 e 6% e ao deformação permanente inferior a 7,5%.

As Figuras 3.17 e 3.18 demonstram que, tanto para a PCG quanto para o ensaio de deformação permanente, a mistura definida teve um bom desempenho. Na Figura 3.17, para o ensaio na Prensa de Cisalhamento Giratória (PCG), a mistura se comportou com 4,5% inferior ao máximo recomendado de 6% para 100 giros. Na Figura 3.18, para o ensaio no simulador tipo LCP, o valor da deformação permanente foi de 1,2% inferior ao limite preconizado de 7,5% para 30.000 ciclos.

Figura 3.17 – Aptidão de compactação para o ensaio na Prensa de Cisalhamento Giratória (PCG)

Figura 3.18 – Deformação permanente em trilha de roda, no simulador tipo LCP

Os resultados estão de acordo com as especificações francesas mostrando que o projeto de mistura foi adequado e com bom desempenho em laboratório.

3.6. USINAGEM E EXECUÇÃO DO TRECHO EXPERIMENTAL

A partir da caracterização dos agregados e do ligante de baixa penetração, foi possível projetar uma mistura asfáltica com a finalidade de emprego na execução do Trecho Experimental proposto nesta tese. Como mencionado no terceiro capítulo desta pesquisa, O Trecho Experimental foi construído na Rodovia Presidente Dutra, entre os quilômetros 171 e 170 (sentido Rio de Janeiro) no município de Jacareí/SP.

3.6.1. Usinagem do Trecho Experimental

O ligante foi entregue pela Petrobras, em um caminhão tanque apropriado para o seu transporte dotado de agitador e controlador de temperatura, na Usina Jambreiro. A adição do material foi realizada por bombeamento para um tanque apropriado da usina também dotado de agitador e controlador de temperatura.

A partir do projeto de mistura a Usina Jambeiro foi calibrada para produzir a mistura de EME.

A mistura de EME foi produzida em uma usina gravimétrica (Figura 3.19) automatizada e controlada por um programa computacional (Figura 3.20), onde se percebe qualquer alteração na temperatura, tempo de mistura e alimentação dos agregados, ligantes asfálticos e aditivos. A Tabela 3.8 apresenta as características técnicas da Usina Jambeiro.

Figura 3.19 – Usina Gravimétrica Jambeiro Serveng-Civilsan

Figura 3.20 – Tela de controle das atividades da Usina Gravimétrica

Tabela 3.8 – Características Técnicas da Usina Jambeiro

Pedreira			Característica	usina com pedreira própria, instalada na mesma planta de beneficiamento	
			Material pétreo	Gnaisse	
Tipo da Usina				Gravimétrica	
Marca da Usina				CIBER	
Mobilidade de Instalação da Usina				dosador, secador/filtro e torre estacionários	
Data de Fabricação da Usina				fevereiro de 2001	
Produção da Usina (t/h) ¹				100 - 140 t/h	
Silos Dosadores (Silos Frios) ²			Quantidade	4	
			Característica	6 m de altura por pilha	
Componentes da Usina	Secador	Tipo	Contrafluxo com aletas		
		Dimensão	Diâmetro (m)	1,9	
			Comprimento (m)	7,5	
		Queimador	Tipo	CIBER MC-10" - Chama Modulada	
			Potência	11,6 MW	
				10.000.000 kcal/h	
	Sistema de exaustão	Pré Coletor	Tipo	Separador Estático	
			Eficiência	80% a 90%, para material retido na peneira #200	
		Purificação e Recuperação de Finos	Tipo	Filtro de mangas	
			Quantidade de Mangas	216	
			Eficiência do Filtro de Mangas	99,50%	
			Área Filtrante	1.080 m²	
			Emissão máxima de material particulado	50 mg/Nm³	
			Elevador		Tipo
	Torre	Deck	Quantidade	4 (brita 2, brita 1 pedrisco e pó de pedra)	
			Sistema de Peneiramento	Quantidade	4
		Classificação		Gravimétrica	
		Silos Quentes	Quantidade	4	
		Dosagem de CAP	Característica	Por meio de balança com recipiente aquecido	
		Misturador	Tipo	Pug-mill	
			Característica	Eixo duplo. Simétricos e sincronizados, de rotação oposta, com injeção direta de CAP	
			Abertura	Inferior	
		Descarga	Característica	Diretamente efetuada sobre caçamba do caminhão	
	Bomba de Transferência de Asfalto		Diâmetro	2,5"	
			Fluxo (l/min)	600	
Produção de Mistura Usinada			Quantidade	1,5 t/batelada	

Notas:

¹ Produção média da Usina 100t/h. Esta produção é variável e depende dos seguintes fatores: umidade dos agregados, percentual de finos da mistura, temperatura da mistura e peso específico dos agregados

² O depósito de material é em pilhas que alimentam diretamente na usina por meio de correias transportadoras

O controle tecnológico da mistura usinada pela Jambreiro foi realizado segundo os parâmetros:

- Teor de ligante – forno NCAT;
- Densidade Máxima de Mistura – Rice; e,
- Granulometria.

Em relação ao teor de ligante, apenas na seção experimental de 110 mm, verificou-se teor de ligante 0,1% abaixo dos limites aceitáveis (5,6 a 6%). Apesar desta constatação, até abril de 2011 apenas uma pequena área de 1,5m² foi identificada com defeitos nesta seção. Tal análise será abordada no item 5.2.

Quanto à granulometria verificaram-se desvios na porção de finos, mostrando que a mistura estava acima do limite superior estabelecido. O módulo de riqueza do projeto de mistura foi calculado em 3,54. Pelos resultados obtidos no controle tecnológico e apresentados na Tabela 3.9, verificou-se que apenas uma amostra entre quatro (certificado 00738) apresentou um valor ligeiramente abaixo para a classificação de mistura rica ($k = 3,03$; $< 3,2$), segundo SERFASS et al (1997).

Tabela 3.9 – Valor dos módulos de riqueza das amostras

Certificado da amostra	Teor de Ligante (%)	Módulo de Riqueza (k)
00699	5,9	3,43
00737	5,7	3,18
00738	5,5	3,03
00788	6,0	3,56

Esta amostra (certificado 00738) de k menor foi extraída na mesma que apresentou teor de asfalto inferior ao aceitável. Sendo assim, durante o monitoramento periódico do trecho representativo desta amostra estas informações devem ser levadas em consideração.

A mistura saiu da usina com temperatura entre 170 e 185°C.

3.6.2. Execução do Trecho Experimental

3.6.2.1. Preparo da Superfície

Para as três seções experimentais (SEx-01, SEx-02 e SEx-03), foram removidas as camadas asfálticas nas cotas estabelecidas na Tabela 3.10. Estas remoções foram executadas por meio de fresagens.

Tabela 3.10 – Espessuras de fresagem nas seções experimentais

Seção experimental	km		Extensão (m)	Espessura de fresagem
	Inicial	Final		
SEx-01	170+800	170+600	200	140 mm
SEx-02	170+600	170+400	200	110 mm
SEx-03	170+400	170+160	240	80 mm

Para a seção de referência SRf-01, foi necessária a remoção de toda a estrutura do pavimento atingido a cota de 920 mm. Na seção de referência SRf-02, foi removida parte da camada asfáltica, na cota de 80 mm, também com emprego de fresadora.

Após a fresagem, a superfície foi varrida manualmente e limpa com escova mecânica, eliminando todo o material solto no fundo da caixa.

3.6.2.2. Distribuição e Compactação do EME

O transporte da mistura de EME produzida foi realizado por caminhões basculantes cobertos por lona com a finalidade de reduzir a perda de temperatura durante seu transporte. O espalhamento da mistura nas seções experimentais foi executado por vibro acabadora sobre superfície fresada de estrutura remanescente com pintura de ligação RR-1C realizada com caminhão espargidor.

O processo de compactação da mistura de EME foi o mesmo adotado por JAMOIS et al (1998). A compactação iniciou com rolo de pneus e prosseguiu com rolo liso vibratório. Tal processo foi adotado pelo fato das seções experimentais terem sido executadas a noite a uma temperatura ambiente baixa, de 11°C em média, o que acelera a perda de calor da massa asfáltica, o que dificulta a compactação. Cabe

ressaltar que para misturas asfálticas de módulo elevado EME 2, o volume de vazios máximo é de 6%.

A Tabela 3.11 relaciona a temperatura ambiente no dia em que cada seção experimental foi executada.

Tabela 3.11 – Temperatura ambiente na data de execução do Trecho Experimental

Intervenção	km		Extensão (m)	Data	Período	Temp. do Ar
	Inicial	Final				
Reconstrução	171+000	170+800	200	13/08/2010	diurno	22°C
EME – 140 mm	170+800	170+600	200	01/07/2010	noturno	9°C
EME – 110 mm	170+600	170+400	200	02/07/2010	noturno	12°C
EME – 80 mm	170+400	170+160	240	07/07/2010	noturno	11°C
CAP30/45– 80 mm	170+160	170+020	140	13/08/2010	diurno	22°C

A temperatura de compactação variou de 160 a 175°C.

As camadas mais espessas de EME foram executadas em etapas. No caso da seção experimental de 140 mm, foram executadas duas camadas de 70 mm e para a seção experimental de 110 mm, foi executada uma primeira camada de 60 mm e logo após outra de 50 mm. A seção experimental de 80 mm foi executada em uma única camada.

3.6.2.3. Sistema de Drenagem

Na seção de referência com estrutura de reconstrução, foi executado o dreno de fundo de caixa. Ao longo das demais seções, com as soluções de fresagem e recomposição, foi executado o dreno longitudinal de pavimento.

Para as seções experimentais com EME, foi executado também um dreno longitudinal profundo de proteção, na região em Corte, no final de agosto de 2010.

3.6.2.4. Controle da Execução

O trecho foi executado segundo as premissas estabelecidas neste estudo. Foram respeitadas as espessuras definidas e a porcentagem de vazios ficou inferior a 6%, conforme descrito no item 3.5.3.

A porcentagem de vazios encontrada inferior a 6% reforça a definição do processo de execução, onde a eliminação da primeira etapa de conformação de material com o rolo liso não prejudicou o resultado do processo de compactação nem mesmo o acabamento final da superfície. A Figura 3.21 mostra o acabamento da superfície de EME.

Figura 3.21 – Acabamento da superfície de EME

3.6.2.5 Execução da Camada de Rolamento

Após a conclusão de todas as seções experimentais, foi executada a camada de rolamento constituída de uma mistura asfáltica de granulometria descontínua modificada com polímero SBS, denominada *gap-graded*. Embora não apresente funções estruturais tão elevadas quanto a camada de EME, esta camada é fundamental para a composição da estrutura. A camada de EME por ser muito densa e com alto teor de ligante não resulta em uma superfície adequada ao tráfego. Para suprir esta deficiência funcional da camada de EME executou-se a camada de rolamento em *gap-graded* modificado com polímero SBS que, devido a sua macrotextura elevada, é responsável por uma boa aderência pneu-pavimento proporcionando segurança e conforto ao usuário.

Nas Seções de Referência SRf-01 e SRf-02 foi executada a mesma camada de rolamento *gap-graded* modificado com polímero SBS.

4. ESTUDOS PARAMÉTRICOS

4.1. ESTUDOS PARAMÉTRICOS ANTECEDENTES

Os estudos paramétricos são ferramentas que possibilitam inferir rapidamente a resposta mecânica da estrutura de pavimento em análise e também prever a influência das variáveis intervenientes nos modelos e seus graus de responsabilidades ante as demais.

A Tabela 4.1 sintetiza o histórico dos parâmetros investigados nos estudos paramétricos desenvolvidos por diversos autores e instituições. Destacam-se as pesquisas desenvolvidas pela Escola Politécnica da USP (SUZUKI, 1992; NAGAO, 2001 e VILLELA et al, 2009), instituição onde vários estudos foram elaborados, incluindo neste escopo também a iniciativa da Prefeitura de São Paulo (PMSP, 2002) que preconiza tais modelos em suas Instruções de Projeto.

No item 4.2, são apresentados os estudos paramétricos investigados por VILLELA et al (2009) de forma detalhada. Tais estudos foram elaborados especialmente para o desenvolvimento desta tese.

Tabela 4.1 – Parâmetros investigados nos estudos paramétricos antecedentes

Tipo de estrutura de pavimento	Parâmetros analisados (variável dependente)		Parâmetros intervenientes (variável independente)	Instituição	Fonte
	Indicadores estruturais	Indicadores de curvatura			
Flexível	ϵ_{tCBUQ}	-	$h_{CBUQ}; h_{BGTC}; h_{BGS}; MR_{subleito}; Q_{ESRD}$	PMSP	PMSP (2002)
	D_0	$R; (R/D_0); (RxD_0)$	$\epsilon_t; \epsilon_v; MR_{subleito}; SN; D_{1200}; (D_0-D_{250})$	USP	NAGAO (2001)
Semi-rígido	$\sigma_{tBGTC}; D_0$	-	$h_{CBUQ}; h_{BGTC}; h_{BGS}; MR_{CBUQ}; MR_{BGTC}; MR_{subleito}; Q_{ESRD}$	PMSP	PMSP (2002)
	σ_{tBGTC}	-	$h_{CBUQ}; h_{BGTC}; h_{BGS}; MR_{CBUQ}; MR_{BGTC}; MR_{BGS}; MR_{subleito}$	USP	SUZUKI (2001)
Invertido	$\epsilon_{tCBUQ}; \sigma_{tBGTC}$	-	$h_{CBUQ}; h_{BGTC}; h_{BGS}; MR_{CBUQ}; MR_{BGTC}; MR_{subleito}$	PMSP	PMSP (2002)
	$D_0; \epsilon_{tCBUQ}; \sigma_{tBGTC}; \epsilon_{vsubleito}$	-	$h_{CBUQ}; h_{BGS}; h_{BGTC}; MR_{CBUQ}; MR_{BGS}; MR_{BGTC}; MR_{subleito}$	USP	SUZUKI (2001)
PPT	$D_0; D_{300}; D_{600}; D_{900}; \sigma_{vsubleito}; \epsilon_{tSMA}; \epsilon_{tPPT}; \epsilon_{tCAModif}$	-	$h_{SMA}; h_{PPT}; h_{CAModif}; MR_{SMA}; MR_{PPT}; MR_{CAModif}; MR_{subleito}$	USP	RODOLFO e BALBO (2004)
EME	$D_0; \epsilon_{tEME}; \sigma_{tEME}; \epsilon_{vREM}$	$S; R; (RxD_0); SCI$	$h_{REV}; h_{EME}; MR_{REV}; MR_{EME}; MR_{REM}; Q$	USP	VILLELA et al (2009)

Notas:

- pav. = Pavimento
 D_0 = Deflexão máxima, em 10^{-2} mm
 D_{250} = Deflexão a 250 mm do ponto de aplicação da carga, em 10^{-2} mm
 D_{300} = Deflexão a 300 mm do ponto de aplicação da carga, em 10^{-2} mm
 D_{600} = Deflexão a 600 mm do ponto de aplicação da carga, em 10^{-2} mm
 D_{900} = Deflexão a 900 mm do ponto de aplicação da carga, em 10^{-2} mm
 D_{1200} = Deflexão a 1200 mm do ponto de aplicação da carga, em 10^{-2} mm
 ϵ_t = Deformação específica máxima de tração na fibra inferior da camada indicada
 σ_t = Tensão de tração na fibra inferior da camada indicada
 ϵ_v = Deformação vertical máxima de compressão no topo do substrato indicado
 R = Raio de curvatura da bacia deflectométrica, em m
 S = Parâmetro área, em cm
 SCI = Índice de Curvatura da Superfície, em 10^{-2} mm
 h = Espessura da camada indicada
 MR = Módulo de resiliência da camada indicada
 Q = carga
 SN = Número estrutural
 SNC = Número estrutural corrigido
 $PMSP$ = Prefeitura Municipal de São Paulo
 USP = Universidade de São Paulo
 PPT = *perpetum pavement* (pavimento perpétuo), estrutura de pavimento de concepção norte-americana
 EME = *enrobé à module élevé* (mistura asfáltica de módulo elevado), estrutura de pavimento de concepção francesa

4.2. ESTUDOS PARAMÉTRICOS PARA ESTRUTURAS DE PAVIMENTO RESTAURADAS COM CAMADA DE BASE EM EME

4.2.1. Dimensionamento de Estruturas de Restauração de Pavimentos

Os pavimentos flexíveis são estruturas multicamadas com a finalidade de suportar esforços de uma combinação entre a ação das cargas do tráfego e os efeitos do clima com variações de temperatura e umidade ao longo do tempo (YODER e WITCZAC, 1975; HASS e HUDSON, 1978; MEDINA e MOTTA, 2005). Os principais defeitos que ocorrem em pavimentos asfálticos se refletem no revestimento asfáltico e permitem identificar dois modos distintos de solicitação mecânica nesta camada, que são os mais importantes até o momento¹³ a serem considerados: $[i]$ flexão, proveniente das ações repetidas do carregamento, responsável pela fadiga da camada asfáltica; e $[ii]$ compressão simples, que conduz ao acúmulo de deformações permanentes para a formação de trilha de roda.

Para a elaboração do dimensionamento de uma estrutura de pavimento asfáltico, de modo geral, deve-se compreender como ela atinge sua condição de ruína. Tal análise tem como princípio a adoção de cálculos das tensões e deformações, por meio da Teoria da Elasticidade, usando programas computacionais para facilidade e rapidez de cálculos, a partir da representação numérica de um sistema de camadas elásticas de espessuras finitas assentes sobre o subleito, semi-espço infinito isotrópico, com seus respectivos valores de módulo de resiliência (MR) e coeficiente de Poisson (μ).

Quanto às respostas de solicitações mecânicas envolvidas nas estruturas, cada tipo de camada se comporta de maneira diferenciada em função de seus materiais constituintes (HUANG, 2004):

¹³ Salienta-se que outros tipos de esforços podem também causar defeitos ao pavimento, como: cisalhamento, podendo ocasionar quebra dos agregados da mistura asfáltica; esforços tangenciais, proporcionando tensões horizontais e esforços de frenagem dos veículos.

- para subleitos são calculadas as deformações verticais (ϵ_v) na sua superfície;
- para camadas asfálticas são avaliadas as tensões de tração (σ_t) e deformações de tração na sua fibra inferior (ϵ_t) e os deslocamentos plásticos que levam a deformações permanentes;
- para camadas estabilizadas quimicamente com aglomerantes hidráulicos, limitam-se as tensões de tração na sua fibra inferior (σ_t).

Utilizar um critério de ruína, a partir de modelos consagrados, não significa simplesmente comparar determinados esforços atuantes com os valores admissíveis para determinado tráfego, mas compreender para qual nível de ruína cada modelo foi concebido e estabelecer a partir de que intensidade de defeito a estrutura atingirá seu término de vida de serviço.

4.2.2. Descrição das Etapas para o Desenvolvimento do Estudo Paramétrico

A análise e verificação do comportamento estrutural e deflectométrico do pavimento partiu do estudo paramétrico conjugado de um fatorial envolvendo simulações de estruturas compostas de camada de base em mistura asfáltica de módulo elevado (EME), assentes a um substrato remanescente (que, portanto, se deteriorou em decorrência das ações do tráfego ao longo de sua vida de serviço). O revestimento destas estruturas é constituído por uma camada de rolamento de mistura asfáltica delgada com atribuição principalmente funcional.

A Figura 4.1 apresenta de forma esquemática as três Etapas demonstrando como o Estudo Paramétrico foi desenvolvido.

Figura 4.1 Fluxograma de representação dos Estudos Paramétricos

▪ Primeira Etapa: Variáveis Independentes

Nesta primeira etapa, foram definidas as variáveis independentes para a estruturação do plano fatorial.

Para o Estudo Paramétrico, as variáveis independentes foram distribuídas em duas características da estrutura tipo proposta: $[i]$ característica geométrica, onde foram variadas as espessuras das camadas restauradas (de base e de rolamento); e, $[ii]$ característica mecânica, que apresenta os diversos valores de módulo de resiliência para as camadas restauradas e também para a estrutura remanescente.

Como na utilização prática dos estudos paramétricos o módulo de resiliência da estrutura remanescente deverá ser determinado por retroanálise, entendeu ser coerente estudar outros modelos paramétricos contendo como variável independente a deflexão máxima do topo da estrutura remanescente (D_{0REM}).

A Figura 4.2 ilustra a estrutura tipo proposta com os valores estabelecidos para as características geométrica e mecânica que compuseram o plano fatorial do estudo.

Figura 4.2 - Pavimento tipo com camadas de revestimento e EME como restauração

Cabe salientar que tais valores para as características geométrica e mecânica da estrutura tipo, indicados na Figura 4.2, serviram tão somente para a concepção da modelagem, não sendo, necessariamente valores considerados no dimensionamento das estruturas do Trecho Experimental.

Para a identificação do comportamento estrutural do pavimento, frente às diversas simulações de carregamento, foi utilizado o programa computacional de camadas elásticas lineares ELSYM-5, na versão FHWA (KOPPERMAN et al, 1986). O programa ELSYM-5 permite determinar as deflexões (deslocamentos recuperáveis), tensões e deformações, em qualquer ponto da estrutura, sob ação de várias cargas.

Nesta análise, as simulações de carregamento foram deduzidas a partir de dois equipamentos utilizados para finalidade de investigação estrutural do pavimento: *Falling Weight Deflectometer* (FWD) e viga Benkelman (VBK). Em ambos os casos, as simulações foram desenvolvidas tanto para o eixo padrão brasileiro (82 kN), quanto para o eixo padrão francês (130 kN), pelo fato de ser o País de origem desta solução de mistura asfáltica de módulo elevado (EME).

Na simulação com o equipamento FWD, as duas cargas utilizadas para análise do efeito do eixo padrão brasileiro e francês foram equivalentes a 41 kN e 65 kN, respectivamente. As disposições geométricas destes esforços verticais obedeceram às coordenadas, em mm, apresentadas na Figura 4.3.

Figura 4.3 – Desenho esquemático da distribuição do carregamento para simulação com FWD

Para a VBK, no eixo simples de roda dupla ESRD simulado, foram utilizadas duas cargas por roda dupla, espaçadas de 340 mm, sendo o número de cargas aplicadas caracterizada por quatro esforços verticais de 20,5 kN (ou de 32,5 kN, conforme o caso do eixo padrão adotado) dispostos geometricamente a partir das coordenadas, em mm: (0; 0), (340; 0), (1810; 0) e (2150; 0). A Figura 4.4 representa tais informações.

Os demais parâmetros considerados para o plano fatorial de modelagem estão apresentados na Tabela 4.2. Tal plano fatorial resultou em 3456 interações das variáveis independentes.

Figura 4.4 – Desenho esquemático da distribuição do carregamento para simulação com VBK

Tabela 4.2 - Parâmetros considerados para o plano fatorial de modelagem

Simulação de Estrutura														
Estrutura	Cam.	Var. Ind.	Unid	Valor										Quant
Nova (Restauro)	Revestimento	h _{REV}	mm	30			60			90				3
		MR _{REV}	MPa	2500			3500			4500				3
		μ _{REV}		0,35										1
	Base (EME)	h _{EME}	mm	80		100		120		140				4
		MR _{EME} ¹	MPa	10000			14000			18000				3
		μ _{EME}		0,30										1
Remanescente	Existente	h _{REM}	mm	0 (semi-infinito)										1
		MR _{REM}	MPa	25	50	100	150	200	250	300	350	8		
		μ _{REM}		0,40										1
Sub-total de simulações														864
Simulação de Carregamento														
VBK (ESRD)	Simulação I	Q ₁ /4	N	20500										2
		p ₁	MPa	0,56										
	Simulação II	Q ₂ /4	N	32500										
		p ₂	MPa	0,66										
FWD	Simulação III	Q ₁ /2	N	41000										2
		R	mm	150										
	Simulação IV	Q ₂ /2	N	65000										
		R	mm	150										
Total de simulações														3456

▪ Segunda Etapa: Variáveis Dependentes

O presente trabalho procurou estabelecer, como variáveis dependentes, apenas as respostas dos valores máximos dos Indicadores Estruturais (IE) correspondentes à fadiga da estrutura. A seguir, são relacionados os IE em seus respectivos pontos críticos de interesse:

- Deflexão máxima (D_0), na superfície do pavimento;
- Deformação específica máxima de tração (ϵ_t), na fibra inferior da camada de EME para avaliação da fadiga;
- Tensão específica máxima de tração (σ_t), na fibra inferior da camada de EME;
- Deformação vertical máxima de compressão (ϵ_v), no topo da camada remanescente.

Não estão sendo levados em conta, como parâmetros de dano, os acúmulos de deformações permanentes para a formação de trilha de roda nas camadas asfálticas, uma vez que os valores indicados no ensaio com o simulador de tráfego apresentaram-se muito inferiores ao preconizado na especificação francesa.

Considerando que o valor da deflexão máxima (D_0) pode não ser suficiente para a avaliação estrutural do pavimento, quando analisado isoladamente, procurou-se utilizar indicadores complementares a partir das características da linha de deformação elástica da estrutura, quando submetida à ação de um carregamento. Assim sendo, além da magnitude das deflexões máximas, os seguintes Indicadores de Curvatura (IC) foram adotados como variáveis dependentes no estudo:

- Raio de Curvatura "R" (DNER,1979);
- Parâmetro Área "S" (AASHTO, 1993);
- produto entre o Raio e a Deflexão Máxima "R x D0";

- Índice de Curvatura da Superfície "SCI" (WSDOT, 1995; KIM et al, 2000).

Para o cálculo do Raio de Curvatura "R", no Brasil, é adotada a forma parabólica de representação da curvatura da bacia. Tal processo é preconizado pela norma DNER-ME 24/94 (DNER,1994a). A expressão matemática para o cálculo de "R" é apresentada a seguir:

$$R = \frac{x^2}{20(D_0 - D_x)} \quad (4.1)$$

Na equação 4.1,

R é o Raio de Curvatura, (m);

x é a distância radial do ponto de aplicação da carga, (mm);

D₀ é a deflexão no ponto de aplicação da carga, (10⁻² mm);

D_x é a deflexão à distância radial correspondente a x (mm) do ponto de aplicação da carga. No Brasil, adota-se a distância radial a 250 mm do ponto de aplicação da carga, (10⁻² mm).

O Parâmetro Área "S" da bacia de deformação foi calculado a partir da expressão apresentada a seguir, segundo recomendações da AASHTO (1993):

$$S = 15 \left[1 + 2 \left(\frac{D_{300}}{D_0} \right) + 2 \left(\frac{D_{600}}{D_0} \right) + \left(\frac{D_{900}}{D_0} \right) \right] \quad (4.2)$$

Na equação 4.2,

S é o Parâmetro Área, (cm);

D₀, D₃₀₀, D₆₀₀ e D₉₀₀ são as deflexões às distâncias radial correspondente a 0, 300, 600 e 900 mm, respectivamente, do ponto de aplicação da carga, (10⁻² mm).

O Índice de Curvatura da Superfície "SCI" (WSDOT, 1995; KIM et al, 2000) é representado pela diferença entre os valores de deflexão máxima (D₀) e os valores

de deflexão a 300 mm do ponto de aplicação da carga (D_{300}). O SCI, portanto, é representado pela equação a seguir:

$$SCI = D_0 - D_{300} \quad (4.3)$$

Na equação 4.3,

SCI é o Índice de Curvatura da Superfície, (10^{-2} mm);

D_0 , D_{300} são as deflexões às distâncias radial correspondente a 0 e 300 mm, respectivamente, do ponto de aplicação da carga, (10^{-2} mm).

Os resultados foram processados obtendo as equações de correlação entre os Indicadores Estruturais e os Indicadores de Curvatura da bacia de deformação. As Tabelas 4.3 e 4.4 apresentam resumidamente os coeficientes (Coef) dos modelos de regressão e parâmetros estatísticos de análise para os Indicadores Estruturais; tanto para VBK, quanto para FWD; respectivamente.

As Tabelas 4.5 e 4.6 apresentam resumidamente os coeficientes (Coef) dos modelos de regressão e parâmetros estatísticos de análise para os Indicadores de Curvatura; tanto para VBK, quanto para FWD; respectivamente.

Conforme o modelo genérico (4.4) apresentado a seguir, as equações empregadas foram funções potenciais:

$$VariávelDependente = k \times (h_{REV}^a \times MR_{REV}^b) \times (h_{EME}^c \times MR_{EME}^d) \times MR_{REM}^e \times Q^f \quad (4.4)$$

Tabela 4.3 - Coeficientes e parâmetros de análises para indicadores estruturais da VBK

Parâmetro			D ₀		ε _{tEME}		σ _{tEME}		ε _{vREM}	
			Coef	valor-P	Coef	valor-P	Coef	valor-P	Coef	valor-P
k			7,881	-	0,003	-	0,008	-	0,015	-
Inters			0,897	0,000	-2,475	0,000	-2,116	0,000	-1,810	0,000
revesti- mento	h _{REV}	a	-0,157	0,000	-0,309	0,000	-0,318	0,000	-0,331	0,000
	MR _{REV}	b	-0,075	0,000	-0,127	0,000	-0,126	0,000	-0,159	0,000
base	h _{EME}	c	-0,477	0,000	-0,850	0,000	-0,875	0,000	-1,021	0,000
	MR _{EME}	d	-0,132	0,000	-0,560	0,000	0,449	0,000	-0,409	0,000
remanes- cente	MR _{REM}	e	-0,785	0,000	-0,290	0,000	-0,295	0,000	-0,415	0,000
carga	Q	f	0,996	0,000	0,931	0,000	0,880	0,000	0,922	0,000
R ²			0,999		0,990		0,988		0,992	
Fischer (F)			375,420		29,309		24,593		37,915	

Tabela 4.4 - Coeficientes e parâmetros de análises para indicadores de curvatura da VBK

Parâmetro			S		R		R x D ₀		SCI = D ₀ – D ₃₀₀	
			Coef	valor-P	Coef	valor-P	Coef	valor-P	Coef	valor-P
k			10,563	-	1,268	-	9,996	-	2259,3	-
Inters			1,024	0,000	0,103	0,000	1,000	0,000	3,354	0,000
revesti- mento	h _{REV}	a	0,076	0,000	0,486	0,000	0,329	0,000	-0,472	0,000
	MR _{REV}	b	0,034	0,000	0,219	0,000	0,144	0,000	-0,216	0,000
base	h _{EME}	c	0,230	0,000	1,521	0,000	1,044	0,000	-1,464	0,000
	MR _{EME}	d	0,068	0,000	0,481	0,000	0,349	0,000	-0,454	0,000
remanes- cente	MR _{REM}	e	-0,099	0,000	0,229	0,000	-0,557	0,000	-0,272	0,000
carga	Q	f	0,003	<u>0,107</u>	-0,989	0,000	0,007	<u>0,545</u>	0,987	0,000
R ²			0,980		0,951		0,967		0,964	
Fischer (F)			14,193		5,579		8,433		7,600	

Tabela 4.5 - Coeficientes e parâmetros de análises para indicadores estruturais do FWD

Parâmetro			D ₀		ϵ_{tEME}		σ_{tEME}		ϵ_{vREM}	
			Coef	valor-P	Coef	valor-P	Coef	valor-P	Coef	valor-P
k			0,005	-	1,5E-06	-	3,5E-06	-	1,7E-05	-
Inters			-2,316	0,000	-5,832	0,000	-5,457	0,000	-4,770	0,000
revesti- mento	h _{REV}	a	-0,187	0,000	-0,332	0,000	-0,329	0,000	-0,355	0,000
	MR _{REV}	b	-0,125	0,000	-0,140	0,000	-0,138	0,000	-0,174	0,000
base	h _{EME}	c	-0,629	0,000	-0,945	0,000	-0,932	0,000	-1,113	0,000
	MR _{EME}	d	-0,186	0,000	-0,589	0,000	0,428	0,000	-0,451	0,000
remanes- cente	MR _{REM}	e	-0,530	0,000	-0,107	0,000	-0,132	0,000	-0,225	0,000
carga	Q	f	1,668	0,000	1,614	0,000	1,553	0,000	1,542	0,000
R ²			0,922		0,895		0,905		0,920	
Fischer (F)			3,392		2,434		2,733		3,282	

Tabela 4.6 - Coeficientes e parâmetros de análises para indicadores de curvatura do FWD

Parâmetro			S		R		R x D ₀		SCI = D ₀ - D ₃₀₀	
			Coef	valor-P	Coef	valor-P	Coef	valor-P	Coef	valor-P
k			4,745	-	5000	-	24,165	-	0,793	-
Inters			0,676	0,000	3,699	0,000	1,383	0,000	-0,100	0,439
revesti- mento	h _{REV}	a	0,069	0,000	0,288	0,000	0,101	0,000	-0,327	0,000
	MR _{REV}	b	0,056	0,000	0,326	0,000	0,201	0,000	-0,306	0,000
base	h _{EME}	c	0,254	0,000	1,247	0,000	0,618	0,000	-1,290	0,000
	MR _{EME}	d	0,085	0,000	0,445	0,000	0,258	0,000	-0,444	0,000
remanes- cente	MR _{REM}	e	-0,129	0,000	0,050	0,000	-0,480	0,000	-0,072	0,000
carga	Q	f	0,041	0,000	-1,517	0,000	0,152	0,000	1,542	0,000
R ²			0,975		0,888		0,955		0,897	
Fischer (F)			11,229		2,265		6,106		2,489	

Observa-se, nas Tabelas 4.3 e 4.5, que todos os coeficientes correspondentes às variáveis independentes estruturais (espessuras e módulos de resiliência das camadas) sempre apresentam valores negativos, ou seja, como eram esperadas, tais variáveis independentes são inversamente proporcionais aos Indicadores Estruturais estudados (ϵ_{tEME} , σ_{tEME} , ϵ_{vREM} e D_0).

Para obtenção de maior confiabilidade nos estudos realizados, os resultados das variáveis em estudo foram submetidos a uma análise de variância (ANOVA). Seu objetivo é identificar se os valores das variáveis dependentes diferem significativamente entre si, do ponto de vista estatístico. A técnica consiste em analisar grupos de observações, por meio da comparação da variabilidade das médias entre os diferentes grupos, com a variabilidade das observações dentro de cada grupo.

Dessa forma, calcularam-se parâmetros que demonstrassem numericamente se cada um dos quesitos analisados pelo programa ELSYM-5 satisfaz a lei de formação dos modelos elaborados.

A partir disso, foi possível estabelecer a significância das variáveis independentes e das interações sobre a variável dependente, determinada por meio da análise de variância dos termos dos modelos obtidos. Também, são apresentados os coeficientes de determinação dos modelos de regressão entre as variáveis dependentes estudadas.

Segundo MONTGOMERY e RUNGER (1999), a significância estatística da variabilidade das médias entre grupos (isto é, o efeito de uma determinada variável independente sobre uma variável dependente) é determinada por meio de um teste que consiste em comparar valores calculados e tabelados, para um determinado nível de significância de uma função de distribuição da probabilidade F (distribuição de Fisher). Neste processo, o nível de significância para as análises foi de 0,05, ou seja, ao aceitar a hipótese de que há influência significativa entre determinada variável

independente e uma variável dependente há, no mínimo, uma probabilidade de 5% desta hipótese não ser verdadeira.

Com base neste raciocínio, a análise de distribuição de Fisher (F) demonstrou para todos os estudos apresentados nas Tabelas 4.3, 4.4, 4.5 e 4.6 que o efeito dos valores considerados foi significativo. A análise de variância (ANOVA) dos modelos resultou em coeficientes de determinação (R^2) superiores a 0,888, indicando que os modelos ajustaram-se de 88,8% a 99,9% às variáveis dependentes, como pode ser observado resumidamente na Tabela 4.7.

Tabela 4.7 - Valores dos coeficientes de determinação (R^2) para cada modelo

Parâmetro	Variável dependente								Valor	
	D_0	ϵ_{tEME}	σ_{tEME}	ϵ_{vREM}	S	R	R x D_0	SCI	máximo	mínimo
Simulação										
VBK	0,999	0,990	0,988	0,992	0,980	0,951	0,967	0,964	0,999	0,951
FWD	0,922	0,895	0,905	0,920	0,975	0,888	0,955	0,897	0,975	0,888

A influência individual de cada variável independente, nas variáveis dependentes, foi analisada por meio do valor-p.

Os resultados das Tabelas 4.3 e 4.4 indicam que as variáveis independentes (h_{REV} ; MR_{REV} ; h_{EME} ; MR_{EME} ; MR_{REM} e Q) são significativas ao nível de confiança de 99%, porque apresentam valor $p < 0,01$. Os modelos de comportamento previstos pela análise de regressão múltipla para os dados observados de deflexão máxima (D_0), na superfície do pavimento; de deformação específica máxima de tração (ϵ_t), na fibra inferior da camada de EME; de tensão específica máxima de tração (σ_t), na fibra inferior da camada de EME; e de deformação vertical máxima de compressão (ϵ_v), no topo da camada remanescente; são apresentados conforme o modelo genérico (4.3) e seus respectivos coeficientes nas tabelas indicadas.

A mesma situação se repete para os casos dos Indicadores de Curvatura (Tabelas 4.5 e 4.6), exceto para a simulação com VBK, nos parâmetros área "S" e produto "R x D_0 ", onde a variável independente "carga" (Q) apresentou valor $p > 0,01$. Tal

situação denota que a variável independente Q , nestes modelos, não é estatisticamente significativa ao nível de confiança de 99%. Portanto, os modelos de comportamento para estes parâmetros foram novamente estudados e suprimindo-se a variável Q . Para efeito comparativo, foram também calculados novamente modelos de comportamento para estes parâmetros e sem a “carga” (Q) para a simulação com FWD.

As Tabelas 4.8 e 4.9 apresentam as equações de correlação dos parâmetros área “S” e produto “R x D0” para as simulações com VBK e, para efeito de comparação, com FWD. Observa-se que, nos casos onde foram identificados que a variável independente Q não se apresentou estatisticamente significativa, a análise destes modelos resultou em coeficientes de determinação (R^2) de 0,967 a 0,980; indicando que os modelos ajustaram-se de 96,7% a 98,0% às variáveis dependentes.

Tabela 4.8 - Coeficientes e parâmetros de análises para indicadores de curvatura para VBK, exceto Q

Parâmetro			S_{VBK}		$(R \times D_0)_{VBK}$	
			Coef	valor-P	Coef	valor-P
k			10,839	-	10,679	-
Inters			1,035	0,000	1,029	0,000
revesti- mento	h_{REV}	a	0,076	0,000	0,329	0,000
	MR_{REV}	b	0,034	0,000	0,144	0,000
base	h_{EME}	c	0,230	0,000	1,044	0,000
	MR_{EME}	d	0,068	0,000	0,349	0,000
remanes- cente	MR_{REM}	e	-0,099	0,000	-0,557	0,000
R^2			0,980		0,967	
Fischer (F)			17015		10123	

Tabela 4.9 - Coeficientes e parâmetros de análises para indicadores de curvatura para FWD, exceto Q

Parâmetro Coeficiente			S _{FWD}		(R x D ₀) _{FWD}	
			Coef	valor-P	Coef	valor-P
k			7,375	-	125,579	-
Inters			0,868	0,000	2,099	0,000
revesti- mento	h _{REV}	a	0,069	0,000	0,101	0,000
	MR _{REV}	b	0,056	0,000	0,201	0,000
base	h _{EME}	c	0,254	0,000	0,618	0,000
	MR _{EME}	d	0,085	0,000	0,258	0,000
remanes- cente	MR _{REM}	e	-0,129	0,000	-0,480	0,000
R ²			0,970		0,949	
Fischer (F)			11158		6444	

Como já mencionado na primeira etapa, em campo, a forma mais prática e rápida de obter o resultado estrutural do pavimento se dá por meio de ensaios deflectométricos, ou seja, ensaios não-destrutivos. Por esta razão, todos os estudos paramétricos em função do MR_{REM}, anteriormente apresentados, foram novamente estudados com a adoção da deflexão máxima no topo da camada remanescente (D_{0REM}) de uma estrutura que irá receber um reforço estrutural com camada de base de EME e uma camada asfáltica de rolamento delgada.

A substituição da variável MR_{REM} pela variável D_{0REM} foi também desenvolvido por intermédio do programa computacional ELSYM-5. A Tabela 4.10 apresenta os valores de D_{0REM} correspondentes aos MR_{REM} adotados no plano fatorial, para cada intensidade de carregamento de FWD e de VBK.

Tabela 4.10 – Valores de D_{0REM} correspondentes a cada MR_{REM}

MR _{REM} (MPa)	D _{0REM} para VBK (10 ⁻² mm)		D _{0REM} para FWD (10 ⁻² mm)	
	Simulação I	Simulação II	Simulação III	Simulação IV
	Q ₁ = 80kN	Q ₂ = 130kN	Q ₁ = 80kN	Q ₂ = 130kN
250	298	483	585	927
500	149	242	292	463
1000	74,5	121	146	232
1500	49,6	80,6	97,4	154
2000	37,2	60,4	73,1	116
2500	29,8	48,3	58,5	92,7
3000	24,8	40,3	48,7	77,2
3500	21,3	34,5	41,8	66,2

Essas novas equações são também funções potenciais conforme o modelo genérico apresentado a seguir:

$$\text{VariávelDependente} = k \times (h_{\text{REV}}^a \times MR_{\text{REV}}^b) \times (h_{\text{EME}}^c \times MR_{\text{EME}}^d) \times D_{0\text{REM}}^e \times Q^f \quad (4.5)$$

Nas tabelas 4.11 e 4.12, são apresentados os modelos em função da $D_{0\text{REM}}$ para VBK e, nas tabelas 4.13 e 4.14, os modelos em função da $D_{0\text{REM}}$ para FWD.

Tabela 4.11 - Coeficientes e parâmetros de análises para indicadores estruturais da VBK

Parâmetro			D ₀		ε _{tEME}		σ _{tEME}		ε _{vREM}	
			Coef	valor-P	Coef	valor-P	Coef	valor-P	Coef	valor-P
k			25,914	-	0,005	-	1,2E-02	-	2,9E-02	-
Inters			1,414	0,000	-2,284	0,000	-1,922	0,000	-1,537	0,000
revesti- mento	h _{REV}	a	-0,157	0,000	-0,309	0,000	-0,318	0,000	-0,331	0,000
	MR _{REV}	b	-0,075	0,000	-0,127	0,000	-0,126	0,000	-0,159	0,000
base	h _{EME}	c	-0,477	0,000	-0,850	0,000	-0,875	0,000	-1,021	0,000
	MR _{EME}	d	-0,132	0,000	-0,560	0,000	0,449	0,000	-0,409	0,000
remanes- cente	D _{0REM}	e	0,785	0,000	0,290	0,000	0,295	0,000	0,415	0,000
carga	Q	f	0,171	0,000	0,627	0,000	0,570	0,000	0,486	0,000
R ²			0,999		0,990		0,988		0,992	
Fischer (F)			375241		29337		24614		37932	

Tabela 4.12 - Coeficientes e parâmetros de análises para indicadores de curvatura da VBK

Parâmetro			S		R		R x D ₀		SCI = D ₀ – D ₃₀₀	
			Coef	valor-P	Coef	valor-P	Coef	valor-P	Coef	valor-P
k			12,280	-	0,897	-	23,233	-	3412	-
Inters			1,089	0,000	-0,047	0,588	1,366	0,000	3,533	0,000
revesti- mento	h _{REV}	a	0,076	0,000	0,486	0,000	0,329	0,000	-0,472	0,000
	MR _{REV}	b	0,034	0,000	0,219	0,000	0,144	0,000	-0,216	0,000
base	h _{EME}	c	0,230	0,000	1,521	0,000	1,044	0,000	-1,464	0,000
	MR _{EME}	d	0,068	0,000	0,481	0,000	0,349	0,000	-0,454	0,000
remanes- cente	D _{0REM}	e	0,099	0,000	-0,229	0,000	0,556	0,000	0,272	0,000
carga	Q	f	-0,102	0,000	-0,749	0,000	-0,578	0,000	0,701	0,000
R ²			0,980		0,951		0,967		0,964	
Fischer (F)			14207		5581		8424		7603	

Tabela 4.13 - Coeficientes e parâmetros de análises para indicadores de curvatura da FWD

Parâmetro Coeficiente			D ₀		ε _{tEME}		σ _{tEME}		ε _{vREM}	
			Coef	valor-P	Coef	valor-P	Coef	valor-P	Coef	valor-P
k			8,3E-03	-	1,6E-06	-	4,0E-06	-	2,1E-05	-
Inters			-2,079	0,000	-5,784	0,000	-5,398	0,000	-4,669	0,000
revesti- mento	h _{REV}	a	-0,187	0,000	-0,332	0,000	-0,329	0,000	-0,355	0,000
	MR _{REV}	b	-0,125	0,000	-0,140	0,000	-0,138	0,000	-0,174	0,000
base	h _{EME}	c	-0,629	0,000	-0,945	0,000	-0,932	0,000	-1,113	0,000
	MR _{EME}	d	-0,186	0,000	-0,589	0,000	0,428	0,000	-0,451	0,000
remanes- cente	D _{OREM}	e	0,531	0,000	0,108	0,000	0,132	0,000	0,225	0,000
carga	Q	f	1,138	0,000	1,507	0,000	1,421	0,000	1,317	0,000
R ²			0,922		0,895		0,905		0,920	
Fischer (F)			3398		2435		2734		3285	

Tabela 4.14 - Coeficientes e parâmetros de análises para indicadores de curvatura do FWD

Parâmetro Coeficiente			S		R		R x D ₀		SCI = D ₀ – D ₃₀₀	
			Coef	valor-P	Coef	valor-P	Coef	valor-P	Coef	valor-P
k			5,4E+00	-	4,7E+03	-	39,607	-	4,7E-01	-
Inters			0,734	0,000	3,677	0,000	1,598	0,000	-0,068	0,601
revesti- mento	h _{REV}	a	0,069	0,000	0,288	0,000	0,101	0,000	-0,327	0,000
	MR _{REV}	b	0,056	0,000	0,326	0,000	0,201	0,000	-0,306	0,000
base	h _{EME}	c	0,254	0,000	1,247	0,000	0,618	0,000	-1,290	0,000
	MR _{EME}	d	0,085	0,000	0,445	0,000	0,258	0,000	-0,444	0,000
remanes- cente	D _{OREM}	e	0,129	0,000	-0,050	0,000	0,480	0,000	0,072	0,000
carga	Q	f	-0,088	0,000	-1,466	0,000	-0,328	0,000	1,469	0,000
R ²			0,975		0,888		0,955		0,897	
Fischer (F)			11221		2265		6116		2489	

Como as duas variáveis D_{OREM} e MR_{REM} são intrinsecamente relacionadas, os coeficientes de determinação dos modelos em função de D_{0rem} mantiveram-se exatamente iguais aos estudados nos modelos paramétricos em função de MR_{REM}, como pode ser observado nas Tabelas 4.15 e 4.16.

Tabela 4.15 – Comparativo dos coeficientes de determinação entre os indicadores estruturais

Modelo	Simulação	Variável Dependente				Valor	
		D_0	ε_{tEME}	σ_{tEME}	ε_{vREM}	Máximo	Mínimo
em função de MR_{REM} (equação 4.3)	VBK	0,999	0,990	0,988	0,992	0,999	0,988
	FWD	0,922	0,895	0,905	0,920	0,922	0,895
em função de D_{OREM} (equação 4.4)	VBK	0,999	0,990	0,988	0,992	0,999	0,988
	FWD	0,922	0,895	0,905	0,920	0,922	0,895

Tabela 4.16 – Comparativo dos coeficientes de determinação entre os indicadores de curvatura

Modelo	Simulação	Variável Dependente				Valor	
		S	R	R x D_0	SCI	Máximo	Mínimo
em função de MR_{REM} (equação 4.3)	VBK	0,980	0,951	0,967	0,964	0,980	0,951
	FWD	0,975	0,888	0,955	0,897	0,975	0,888
em função de D_{OREM} (equação 4.4)	VBK	0,980	0,951	0,967	0,964	0,980	0,951
	FWD	0,975	0,888	0,955	0,897	0,975	0,888

Resumidamente, a Tabela 4.17 apresenta os principais parâmetros que influem nos Indicadores Estruturais.

Tabela 4.17- Principais parâmetros para controle dos Indicadores Estruturais (IE)

Modelos Paramétricos	Simulação de Carregamento	Principais parâmetros para controle dos IE			
		D_0	Trincamento por fadiga		Deformação permanente $evREM$
			$etEME$	$stEME$	
$IE = f(h_i, MR_i, MR_{REM})$	VBK	MR_{REM}	h_{EME}	h_{EME}	h_{EME}
		h_{EME}	MR_{EME}	MR_{EME}	MR_{REM}
$IE = f(h_i, MR_i, MR_{REM})$	FWD	h_{EME}	h_{EME}	h_{EME}	h_{EME}
		MR_{REM}	MR_{EME}	MR_{EME}	MR_{EME}
$IE = f(h_i, MR_i, D_{OREM})$	VBK	D_{OREM}	h_{EME}	h_{EME}	h_{EME}
		h_{EME}	MR_{EME}	MR_{EME}	D_{OREM}
$IE = f(h_i, MR_i, D_{OREM})$	FWD	h_{EME}	h_{EME}	h_{EME}	h_{EME}
		D_{OREM}	MR_{EME}	MR_{EME}	MR_{EME}

Como é possível observar os principais parâmetros que definem as condições estruturais do pavimentos são: a capacidade de suporte da estrutura onde será executada o EME (MR_{REM} ou D_{OREM}) além das características geométricas e mecânicas do EME (h_{EME} e D_{OREM}). Do ponto de vista prático, estes deverão ser os itens melhores controlados durante a fase construtiva.

▪ **Terceira Etapa: Esforços Atuantes em função de D_0 e dos Indicadores de Curvatura**

Com intuito de tentar obter modelos paramétricos consistentes que determinassem os Esforços Atuantes na estrutura em estudo, a partir dos Indicadores de Curvatura e de D_0 , foram desenvolvidos novos estudos.

Como são adotados quatro Indicadores de Curvatura e a deflexão máxima D_0 , têm-se, portanto cinco elementos a serem combinados, sem repetição, nos próximos modelos desta terceira etapa. Por análise combinatória, expressa pela equação 4.6, verifica-se que as combinações simples destes 5 elementos; tomados 1 a 1, tomados 2 a 2, tomados 3 a 3, tomados 4 a 4 e, por fim, tomados 5 a 5, geraram 31 combinações para cada um dos 3 Esforços Atuantes (ϵ_t , σ_t e ϵ_v).

$$C_1^5 + C_2^5 + C_3^5 + C_4^5 + C_5^5 = 31 \text{ combinações} \quad (4.6)$$

Além disso, foram desenvolvidos modelos, tanto em função do MR_{REM} quanto da $D0_{REM}$, gerando um número duas vezes maior para serem analisados, ou seja 186 combinações.

Essas 186 combinações foram estudadas, tanto para carregamentos simulados com FWD quanto com VBK, totalizando 372 modelos. Neste estudo, as análises foram limitadas para os carregamentos simulados com FWD. Todos os modelos resultantes estão apresentados em anexo.

Para hierarquizar os modelos teóricos que melhor responderam aos Esforços Atuantes de Campo, primeiramente, cada um dos Indicadores de Curvatura (R , S , $R \times D_0$ e SCI) e D_0 foram submetidos por uma análise estatística de resíduos com estes

parâmetros deduzidos por retroanálise¹⁴, apresentados no capítulo 5, conforme apresentado na Figura 4.5.

Figura 4.5a - Análise dos resíduos para $\epsilon_{tretro} \times \epsilon_{tteor}$

Figura 4.5b - Análise dos resíduos para $\sigma_{tretro} \times \sigma_{tteor}$

Figura 4.5c - Análise dos resíduos para $\epsilon_{vretro} \times \epsilon_{vteor}$

Figura 4.5d - Análise dos resíduos para $D_{0retro} \times D_{0teor}$

Figura 4.5e - Análise dos resíduos para $S_{tretro} \times S_{tteor}$

Figura 4.5f - Análise dos resíduos para $R_{tretro} \times R_{tteor}$

Figura 4.5g - Análise dos resíduos para $(R \times D_0)_{tretro} \times (R \times D_0)_{tteor}$

Figura 4.5h - Análise dos resíduos para $SCI_{tretro} \times SCI_{tteor}$

Figura 4.5 – Análise dos resíduos para os Indicadores Estruturais e para os Indicadores de Curvatura

¹⁴ Todas as análises foram desenvolvidas com levantamentos deflectométricos efetuados com FWD. Antes da realização da análise das medidas de deflexões, todas as bacias foram normalizadas segundo o carregamento e a temperatura.

A análise de resíduos foi executada para verificar a suposição de que os erros desempenhem aproximadamente um padrão segundo uma distribuição normal, de maneira aleatória, com valor médio nulo e variância constante caracterizando a hipótese de homocedasticidade. Para verificar tais condições, foram traçados os gráficos de resíduos *versus* valores previstos de cada variável independente dos modelos paramétricos.

Dos gráficos traçados, apresentados na figura 4.5, pode-se concluir que os resíduos para as variáveis independentes S e RxD_0 apresentam comportamentos que não foram tão bem captados pelos valores previstos quando contrapostos com os deduzidos por retroanálise, ou seja, tais modelos não explicam os valores retroanalisados. Isso pode ser verificado tanto na variância, que tende a aumentar para valores maiores das previsões, quanto por não se apresentarem totalmente aleatórios. Também são os dois casos onde seus coeficientes de determinação apresentaram-se com menor valor: 0,0365 e 0,2892, respectivamente. Os demais apresentam pontos distribuídos aleatoriamente em torno de uma reta que passa na origem, sem nenhum padrão definido, o que denota ser um indicador favorável à verificação da hipótese de homocedasticidade.

Na exclusão das variáveis independentes S e RxD_0 , percebe-se que o número de combinações reduz para 7, por esforço solicitante tanto em função de MR_{rem} quanto em função de D_{OREM} . Esses por sua vez podem ser hierarquizados, segundo seus respectivos coeficientes de determinação, da forma como são discriminados em ordem decrescente de valores de R^2 nas Tabelas 4.18 e 4.19.

Tabela 4.18 - Equações de Correlação entre os Esforços Solicitantes e D0 e os Indicadores de Curvatura, a partir dos estudos paramétricos em função de MR_{REM}

ES = f(D ₀ ; IC)		Equação de correlação			R ²	eq. (n°)
ϵ_{tEME}	f(D ₀ ; R; SCI)	$\epsilon_{tEME} = 3,00E-04 \times D_0^{0,126} \times R^{-0,372} \times SCI^{0,482}$			0,9724	(4.7)
	f(D₀; SCI)	$\epsilon_{tEME} = 1,46E-05 \times D_0^{0,1135} \times SCI^{0,853}$			0,9722	(4.8)
	f(D ₀ ; R)	$\epsilon_{tEME} = 1,44E-01 \times D_0^{-0,853} \times R^{0,015}$			0,9721	(4.9)
	f(R; SCI)	$\epsilon_{tEME} = 2,53E-09 \times R^{1,080} \times SCI^{2,002}$			0,9647	(4.10)
	f(SCI)	$\epsilon_{tEME} = 2,00E-05 \times SCI^{0,957}$			0,9619	(4.11)
	f(R)	$\epsilon_{tEME} = 5,78E-02 \times R^{-0,984}$			0,9543	(4.12)
	f(D ₀)	$\epsilon_{tEME} = 1,00E-05 \times D_0^{0,600}$			0,6052	(4.13)
σ_{tEME}	f(D ₀ ; R; SCI)	$\sigma_{tEME} = 1,06E-06 \times D_0^{0,173} \times R^{1,538} \times SCI^{2,160}$			0,8282	(4.14)
	f(D₀; SCI)	$\sigma_{tEME} = 2,93E-01 \times D_0^{0,226} \times SCI^{0,623}$			0,8245	(4.15)
	f(D ₀ ; R)	$\sigma_{tEME} = 4,48E+01 \times D_0^{0,251} \times R^{-0,618}$			0,8209	(4.16)
	f(R; SCI)	$\sigma_{tEME} = 1,23E-13 \times R^{3,523} \times SCI^{4,237}$			0,8126	(4.17)
	f(SCI)	$\sigma_{tEME} = 4,39E-01 \times SCI^{0,829}$			0,7801	(4.18)
	f(R)	$\sigma_{tEME} = 4,65E+02 \times R^{-0,846}$			0,7625	(4.19)
	f(D ₀)	$\sigma_{tEME} = 2,90E-01 \times D_0^{0,581}$			0,6130	(4.20)
ϵ_{vREM}	f(D ₀ ; R; SCI)	$\epsilon_{vREM} = 3,94E-12 \times D_0^{0,246} \times R^{1,958} \times SCI^{2,662}$			0,9975	(4.21)
	f(D₀; SCI)	$\epsilon_{vREM} = 3,30E-05 \times D_0^{0,313} \times SCI^{0,706}$			0,9925	(4.22)
	f(D ₀ ; R)	$\epsilon_{vREM} = 9,80E-03 \times D_0^{0,342} \times R^{-0,699}$			0,9883	(4.23)
	f(R; SCI)	$\epsilon_{vREM} = 5,29E-22 \times R^{4,782} \times SCI^{5,618}$			0,9713	(4.24)
	f(SCI)	$\epsilon_{vREM} = 6,00E-05 \times SCI^{0,992}$			0,9219	(4.25)
	f(R)	$\epsilon_{vREM} = 2,38E-01 \times R^{-1,011}$			0,8986	(4.26)
	f(D ₀)	$\epsilon_{vREM} = 3,00E-05 \times D_0^{0,716}$			0,7683	(4.27)

Nota:

eq. = equação

Tabela 4.19 - Equações de Correlação entre os Esforços Solicitantes e D0 e os Indicadores de Curvatura, a partir dos estudos paramétricos em função de D_{0REM}

ES = f(D ₀ ; IC)		Equação de correlação			R ²	eq. (n°)
ϵ_{tEME}	f(D ₀ ; R; SCI)	$\epsilon_{tEME} = 4,00E-04 \times D_0^{0,126} \times R^{-0,371} \times SCI^{0,482}$			0,9724	(4.28)
	f(D₀; SCI)	$\epsilon_{tEME} = 2,42E-05 \times D_0^{0,1135} \times SCI^{0,853}$			0,9722	(4.29)
	f(D ₀ ; R)	$\epsilon_{tEME} = 1,51E-02 \times D_0^{0,144} \times R^{-0,853}$			0,9721	(4.30)
	f(R; SCI)	$\epsilon_{tEME} = 8,32E-09 \times R^{1,080} \times SCI^{2,002}$			0,9646	(4.31)
	f(SCI)	$\epsilon_{tEME} = 3,00E-05 \times SCI^{0,957}$			0,9619	(4.32)
	f(R)	$\epsilon_{tEME} = 5,78E-02 \times R^{-0,984}$			0,9543	(4.33)
	f(D ₀)	$\epsilon_{tEME} = 1,00E-05 \times D_0^{0,600}$			0,6052	(4.34)
σ_{tEME}	f(D ₀ ; R; SCI)	$\sigma_{tEME} = 3,85E-06 \times D_0^{0,173} \times R^{1,539} \times SCI^{2,160}$			0,8282	(4.35)
	f(D₀; SCI)	$\sigma_{tEME} = 4,25E-01 \times D_0^{0,226} \times SCI^{0,623}$			0,8245	(4.36)
	f(D ₀ ; R)	$\sigma_{tEME} = 4,48E+01 \times D_0^{0,251} \times R^{-0,618}$			0,8209	(4.37)
	f(R; SCI)	$\sigma_{tEME} = 1,53E-12 \times R^{3,524} \times SCI^{4,238}$			0,8126	(4.38)
	f(SCI)	$\sigma_{tEME} = 7,19E-01 \times SCI^{0,829}$			0,7801	(4.39)
	f(R)	$\sigma_{tEME} = 4,65E+02 \times R^{-0,846}$			0,7625	(4.40)
	f(D ₀)	$\sigma_{tEME} = 2,90E-01 \times D_0^{0,581}$			0,6131	(4.41)
ϵ_{vREM}	f(D ₀ ; R; SCI)	$\epsilon_{vREM} = 1,93E-11 \times D_0^{0,246} \times R^{1,958} \times SCI^{2,662}$			0,9975	(4.42)
	f(D₀; SCI)	$\epsilon_{vREM} = 5,02E-05 \times D_0^{0,313} \times SCI^{0,706}$			0,9925	(4.43)
	f(D ₀ ; R)	$\epsilon_{vREM} = 9,80E-03 \times D_0^{0,342} \times R^{-0,699}$			0,9883	(4.44)
	f(R; SCI)	$\epsilon_{vREM} = 1,50E-20 \times R^{4,782} \times SCI^{5,618}$			0,9713	(4.45)
	f(SCI)	$\epsilon_{vREM} = 1,00E-04 \times SCI^{0,992}$			0,9219	(4.46)
	f(R)	$\epsilon_{vREM} = 2,38E-01 \times R^{-1,011}$			0,8986	(4.47)
	f(D ₀)	$\epsilon_{vREM} = 3,00E-05 \times D_0^{0,716}$			0,7683	(4.48)

Nota:

eq. = equação

Dessa hierarquização estabelecida nas Tabelas 4.18 e 4.19 pode-se deduzir que os parâmetros que melhor correlacionam com os esforços solicitantes são:

- Para ϵ_{tEME} :
 - em função de MR_{EME}: equações 4.7 e 4.8
 - em função de D_{0EME}: equações 4.28 e 4.29

- Para σ_{tEME} :
 - em função de MR_{EME} : equações 4.14 e 4.15
 - em função de D_{0EME} : equações 4.35 e 4.36
- Para ε_{vREM} :
 - em função de MR_{EME} : equações 4.21 e 4.22
 - em função de D_{0EME} : equações 4.42 e 4.43

Entretanto, pode-se verificar que os valores de R^2 da primeira para segunda equação são muito próximos, com uma diferença máxima de 0,0050. Por esta razão optou-se por adotar uma equação com o menor número de variáveis, mas com mesmo potencial de explicação do fenômeno em questão. Sendo assim, as equações adotadas foram as indicadas em negrito nas Tabelas 4.18 e 4.19.

A partir dos modelos selecionados, percebe-se que a obtenção dos esforços solicitantes de uma estrutura constituída de camada de base em EME pode ser diretamente efetuada por meio dos modelos apresentados em função de parâmetros exclusivamente defletoométricos obtidos com equipamento tipo FWD. Segundo Lopes et al (2010), não utilizar características geométricas da estrutura pode ser necessário, uma vez que em campo sua determinação pode ser de difícil obtenção.

Da seleção apresentada nas Tabelas 4.18 e 4.19 pode-se também concluir que em todas as situações os modelos que obtiveram menor coeficiente de determinação foram aqueles em função somente da deflexão máxima. Todos os demais, em função dos Indicadores de Curvatura (IC), invariavelmente apresentaram melhores R^2 . Isto comprova que para a melhor explicação dos esforços solicitantes de uma estrutura deve-se necessariamente estudar o comportamento da bacia defletoétrica e não somente a sua deflexão máxima D_0 .

- **Quarta Etapa: Comparação entre os Esforços Solicitantes Teóricos e os Esforços Solicitantes Retroanalizados**

Após a definição dos modelos paramétricos, foi possível compará-los com os valores dos esforços solicitantes retroanalizados¹⁵, por meio de uma nova análise estatística de resíduos, conforme apresentado na Figura 4.5. Desta comparação percebeu-se que, além de serem homocedásticos, os modelos apresentaram fortes coeficientes de determinação (R^2) que variaram de 0,7132 a 0,9012, conforme apresentados nas Figuras 4.6, 4.7 e 4.8.

Nesta análise observou-se que os gráficos de distribuição de resíduos para os Esforços Solicitantes analisados são iguais, tanto em função de MR_{REM} quanto em função de D_{OREM} . Este fato reforça a tese de que MR_{REM} e D_{OREM} são variáveis interdependentes, perceptível também pela comparação das Tabelas 4.18 e 4.19.

Para verificação dos modelos selecionados nas Tabelas 4.18 e 4.19, ante os Esforços Solicitantes retroanalizados, foram traçados os gráficos apresentados nas Figuras 4.9, 4.10 e 4.11 para ε_{tEME} , σ_{tEME} e ε_{vREM} respectivamente.

¹⁵ A terminologia “esforços solicitantes retroanalizados” foi estabelecida para designar os esforços advindos das estruturas de pavimento cujas camadas foram retroanalizadas a partir do programa computacional EVERCALC.

Figura 4.6 – Comparação dos modelos em função MR_{REM} e D_{0REM} ante ao ϵ_{tEME} Retroanalizados

Figura 4.7 – Comparação dos modelos em função MR_{REM} e D_{OREM} ante ao σ_{tEME} Retroanalizados

Figura 4.8 – Comparação dos modelos em função MR_{REM} e D_{0REM} ante ao ϵ_{vREM} Retroanalizados

Nesta análise definiu-se que os modelos mais ajustados a fim de explicar os esforços ϵ_{tEME} e σ_{tEME} foram aqueles em função MR_{REM} (Figuras 4.6 e 4.7), pois passaram ligeiramente acima da linha de igualdade.

Entretanto, para ϵ_{vREM} (Figura 4.8) verificou-se que o modelo em função do MR_{REM} apresentou-se inferior aos valores retroanalizados e no caso do modelo em função do D_{0REM} superior. Desta forma, por meio da interpolação entre as constantes dos

dois modelos, foi possível ajustar o modelo como é mostrado na Figura 4.9 que se apresentou muito próximo da linha de igualdade.

Figura 4.9 – Ajuste do modelo ϵ_{vREM} em relação aos modelos em função MR_{REM} e D_{OREM}

Sendo assim, recomenda-se para a definição dos Esforços Solicitantes Teóricos (ESteor) os modelos a seguir apresentados:

- Para ε_{tEME} :

$$\varepsilon_{tEME} = 1,46E-05 \times D_0^{0,1135} \times SCI^{0,853}, R^2 = 0,972 \quad (4.49)$$

- Para σ_{tEME} :

$$\sigma_{tEME} = 2,93E-01 \times D_0^{0,226} \times SCI^{0,623}, R^2 = 0,825 \quad (4.50)$$

- Para ε_{vREM} :

$$\varepsilon_{vREM} = 4,40E-05 \times D_0^{0,313} \times SCI^{0,706}, R^2 = 0,993 \quad (4.51)$$

De acordo com LOPES et al (2010), modelos como estes podem determinar rapidamente os esforços solicitantes críticos na estrutura do pavimento somente por meio do levantamento deflectométrico e consequentemente estimar valores de número N por meio de modelos de fadiga correlacionando estas deformações e o número de solicitações do eixo padrão.

5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1. ANÁLISES MECANÍSTICAS

5.1.1. Levantamento Deflectométrico

As deflexões no Trecho Experimental foram determinadas pelo equipamento FWD (*Falling Weight Deflectometer*) modelo Kuab em três intensidades distintas de carregamento: 2,1 tf; 4,1 tf e 6,5 tf.

Foram adotadas essas intensidades de carga para observar se o Trecho Experimental encontra-se com suas respostas mecânicas de acordo com um comportamento elástico-linear, em todas as seções executadas (140 mm de EME, 110 mm de EME e 80 mm de EME), segundo a Teoria da Elasticidade.

Também as intensidades de carga de 4,1 tf e 6,5 tf foram adotadas para proporcionar, nas seções executadas, valores de esforços mecânicos atuantes como resposta aos carregamentos do eixo padrão brasileiro de 8,2 tf e o eixo padrão francês de 13 tf, respectivamente, auxiliando na análise mecanística do Trecho Experimental.

A Figura 5.1 representa de maneira esquemática os estágios que os levantamentos deflectométricos foram realizados. A Tabela 5.1 apresenta os dias em que as campanhas de levantamento das bacias de deflexão foram realizadas. Todos os levantamentos deflectométricos, em todos os Estágios, encontram-se em anexo.

Figura 5.1 – Estágios dos levantamentos defletoométricos desta pesquisa

Tabela 5.1 – Dia da Realização do levantamento e respectivo Estágio

Levantamento e Respectivo Local de Execução		dia
A	levantamento deflectométrico SRef 01; SExp 01; SExp 02; SExp 03 e SRef 02 - estrutura primitiva: Estágio 0	29 / junho / 2010
B	levantamento deflectométrico SExp 01; SExp 02 e SExp 03 - fundo da caixa fresada: Estágio 1	30 / junho / 2010
C	levantamento deflectométrico SExp 01; SExp 02 e SExp 03 - fundo da caixa fresada: Estágio 1	1 / julho / 2010
D	levantamento deflectométrico SExp 01; SExp 02 e SExp 03 - fundo da caixa fresada: Estágio 1	2 / julho / 2010
E	levantamento deflectométrico SExp 01; SExp 02 e SExp 03 - fundo da caixa fresada: Estágio 1	7 / julho / 2010
F	reconstrução seção de referência SRef 01	13 / agosto / 2010
G	levantamento deflectométrico SRef 02 - fundo da caixa fresada: Estágio 1	13 / agosto / 2010
H	levantamento deflectométrico SRef 01; SExp 01; SExp 02; SExp 03 e SRef 02 - no topo do EME: Estágio 2	19 / agosto / 2010
I	execução do gap graded - topo do Trecho Experimental	23 / agosto / 2010
J	execução do dreno profundo	26 / agosto / 2010
K	levantamento deflectométrico SRef 01; SExp 01; SExp 02; SExp 03 e SRef 02 - no topo do Gap Graded (1º Levant.): Estágio 3	19 / outubro / 2010
L	levantamento deflectométrico SRef 01; SExp 01; SExp 02; SExp 03 e SRef 02 - no topo do Gap Graded (2º Levant.): Estágio 4	26 / abril / 2011

Nota:

após a execução do levantamento deflectométrico no Estágio 1, a caixa fresada foi recomposta com o material e espessura definidos

Antes da realização da análise das medidas de deflexões, todas as bacias foram normalizadas segundo o carregamento e a temperatura. Quanto ao carregamento, por meio da proporcionalidade¹⁶ do carregamento efetivamente realizado na superfície do pavimento com os carregamentos pré-definidos: 2,1tf; 4,1tf e 6,5tf. Quanto à temperatura, por meio da correção das medidas de deflexões segundo o AASHTO (1993), o qual fornece coeficientes que convertem a deflexão medida em campo, em diversas temperaturas, por deflexões a temperatura padrão de 20 °C.

¹⁶ Embora o valor do carregamento não excedesse uma diferença de 5%, todas as bacias foram ajustadas para os carregamentos pré-definidos: 2,1tf; 4,1tf e 6,5tf.

5.1.2. Análise da Linearidade do Sistema Estrutural de Multicamadas

Um sistema estrutural de multicamadas pode ser estudado por diversos modelos estruturais. Os modelos estruturais são baseados em diversas abordagens de análise para determinar as respostas do pavimento (tensões, deformações e deflexões) em vários locais em um pavimento, devido à aplicação da carga de roda, sendo os mais comuns o modelo elástico-linear e o modelo visco-elástico.

O modelo adotado neste trabalho é do tipo elástico linear. A adoção deste modelo se dá pelo fato que pretende-se analisar a eficiência dos estudos paramétricos elaborados, a partir de programas computacionais concebidos para o modelo elástico-linear (ELSYM-5 e EVERCALC), com os levantamentos realizados no Trecho Experimental. Ou seja, pretende-se comparar os valores encontrados nos estudos paramétricos (valores teóricos) com aqueles advindos de levantamentos de campo, a partir de estruturas de pavimentos conhecidas, e processados por programas computacionais (valores retroanalizados).

A abordagem de camadas elástico-lineares trabalha com modelos matemáticos relativamente simples que relaciona tensão, deformação e deflexão, com carga de roda e as propriedades mecânicas dos materiais estudados nas estruturas do pavimento (módulo de resiliências e coeficiente de Poisson) e suas respectivas características geométricas (espessuras).

A seguir, são apresentadas as Figuras 5.2 a 5.9 contendo gráficos do tipo box-plot a fim de explicar o efeito da linearidade entre as respostas dos deslocamentos verticais encontrados ante as diferentes intensidades de carga. Ainda nestas Figuras, são apresentados os coeficientes de determinação para cada uma das deflexões máximas (D_0) e valores de SCI de acordo com cada intensidade de carga exercida nas seções do Trecho Experimental.

Figura 5.2 – Distribuição das deflexões máximas (D_0) e seus coeficientes de determinação em cada seção experimental na Estrutura Primitiva

Figura 5.3 – Distribuição dos valores de SCI e seus coeficientes de determinação em cada seção experimental na Estrutura Primitiva

Figura 5.4 – Distribuição das deflexões máximas (D_0) e seus coeficientes de determinação em cada seção experimental no Fundo da Caixa Fresada

Figura 5.5 – Distribuição dos valores de SCI e seus coeficientes de determinação em cada seção experimental no Fundo da Caixa Fresada

Figura 5.6 – Distribuição das deflexões máximas (D_0) e seus coeficientes de determinação em cada seção experimental na Camada de EME

Figura 5.7 – Distribuição dos valores de SCI e seus coeficientes de determinação em cada seção experimental na Camada de EME

Figura 5.8 – Distribuição das deflexões máximas (D_0) e seus coeficientes de determinação em cada seção experimental no Topo do Revestimento

Figura 5.9 – Distribuição dos valores de SCI e seus coeficientes de determinação em cada seção experimental no Topo do Revestimento

As Figuras 5.2 a 5.9 mostram que os dados apresentam linearidade, não sendo notadas variações significativas nas respostas às intensidades de carga a partir de suas alterações. Este fato pode ser corroborado com os valores encontrados nos coeficientes de determinação (R^2) próximos a 1,0 para todos os casos. Estatisticamente, quanto mais próximo da unidade estiver o R^2 , tanto maior será a validade da regressão, neste caso, maior sua linearidade. Portanto, percebe-se uma significativa tendência linear dos valores de D0 e SCI.

5.1.3. Análise das Medidas de Deflexões

5.1.3.1. Análise das Medidas de Deflexões entre Seções de Estruturas de Comportamentos Similares

Para comparar os valores das medidas de deflexões no Trecho Experimental a fim de avaliar a influência das características do pavimento construído, como o substrato remanescente¹⁷ à camada de EME, e as espessuras da camada de EME, foram elaborados gráficos para esclarecer se existem fatores intervenientes nas medidas de deflexões e como são suas repostas ante as estruturas executadas com camada de base em EME.

Primeiramente, é apresentada a Tabela 5.2 onde são definidas as faixas de valores deflectométricos que enquadram as deflexões dos substratos remanescentes com ordem de grandezas similares.

¹⁷ O substrato remanescente refere-se às camadas inferiores a de EME, inclusive subleito.

**Tabela 5.2 – Faixas de valores
deflectométricos para os
substratos remanescentes**

Faixa de Valor ($\times 10^{-2}$ mm)	
Mínimo	Máximo
10	30
30	50
50	70
70	90
90	110
	> 110

De posse destes valores, expõem-se as Figuras 5.10 a 5.18, onde são apresentadas as bacias deflectométricas em cada uma das seções executadas.

Figura 5.10 – Bacias de deflexões na seção de 140 mm de EME da pista experimental, com intensidade de carregamento de 2,1tf

Figura 5.11 – Bacias de deflexões na seção de 110 mm de EME da pista experimental, com intensidade de carregamento de 2,1tf

Figura 5.12 – Bacias de deflexões na seção de 80 mm de EME da pista experimental, com intensidade de carregamento de 2,1tf

Figura 5.13 – Bacias de deflexões na seção de 140 mm de EME da pista experimental, com intensidade de carregamento de 4,1tf

Figura 5.14 – Bacias de deflexões na seção de 110 mm de EME da pista experimental, com intensidade de carregamento de 4,1tf

Figura 5.15 – Bacias de deflexões na seção de 80 mm de EME da pista experimental, com intensidade de carregamento de 4,1tf

Figura 5.16 – Bacias de deflexões na seção de 140 mm de EME da pista experimental, com intensidade de carregamento de 6,5tf

Figura 5.17 – Bacias de deflexões na seção de 110 mm de EME da pista experimental, com intensidade de carregamento de 6,5tf

Figura 5.18 – Bacias de deflexões na seção de 80 mm de EME da pista experimental, com intensidade de carregamento de 6,5tf

Ao comparar as medidas de deflexões nas camadas de EME assentadas em substratos remanescentes com mesma faixa de valores deflectométricos; ou seja, com capacidade de suporte equivalente; e diferentes espessuras (140, 110 e 80mm), nota-se que camadas de EME mais esbeltas sofrem maiores deslocamentos verticais que as mais espessas, como no caso das deflexões em camadas de EME onde a faixas de valores deflectométricos variam de 10 a 30×10^{-2} mm, para a carga de 2,1tf, nas Figuras 5.10 5.11 e 5.12; como também nas faixas que variam de 30 a 50×10^{-2} mm, para as cargas de 4,1tf e 6,5tf, nas Figuras de 5.13 a 5.18.

Observa-se ainda, nas Figuras de 5.10 a 5.18, que para a mesma intensidade de carregamento os deslocamentos verticais nas camadas de EME não mantêm proporcionalidade em relação às faixas de deflexão do substrato remanescente. Este fato demonstra que a camada de EME é a responsável pelo controle dos esforços atuantes na estrutura do pavimento por ela constituído.

5.1.3.2. Análise das Medidas de Deflexão ao longo do Trecho Experimental

Para avaliar a evolução deflectométrica nos diversos Estágios de suas leituras é apresentada a Figura 5.19.

Figura 5.19 – Medidas de deflexão máxima ao longo do Trecho Experimental, nos diversos Estágios

Observa-se na Figura 5.19 que de maneira geral as deflexões no Estágio 3 são superiores às do Estágio 4. Isto se deve ao fato que as deflexões no Estágio 3 foram executadas imediatamente após a execução da camada de rolamento e as deflexões no Estágio 4 após a execução do dreno de proteção e após seis meses da execução da camada de rolamento.

É possível observar também que; para a Seção de Referência SRf-01 e as Seções Experimentais SEx-01, SEx-02 e SEx-03; as deflexões após seis meses da execução da camada de rolamento alcançaram os mesmos níveis deflectométricos encontrados no Estágio 2 onde o levantamento deflectométrico foi executado no topo da camada de EME. Entretanto, na Seção de Referência SRf-02 foi observada uma evolução deflectométrica quando da comparação das deflexões do Estágio 2 com as do Estágio 4, revelando que, apesar de a Seção SRf-02 estar em situação de terraplenagem mais favorável (Aterro) que a Seção SEx-03 (parte em Corte e outra parte em Aterro), a camada de 80 mm de EME tem respondido melhor aos esforços solicitantes que a camada de 80 mm de CBUQ convencional (CAP 30-45).

5.1.4. Retroanálises dos Módulos de Resiliência das Camadas de EME

Nas Figura 5.20, 5.21 e 5.22 são apresentados os valores de módulo de resiliência das camadas de EME retroanalizados com as deflexões antes e após a execução do revestimento, respectivamente, a partir das cargas aplicadas nas seções experimentais. Recorda-se que, para proporcionar as leituras deflectométricas estudadas, os carregamentos foram efetuados a partir de três intensidades distintas de carregamento: 2,1tf; 4,1tf e 6,5tf.

Todas as bacias deflectométricas, em todos os Estágios e em todas as intensidades de carga, foram retroanalizadas pelo programa computacional EVERCALC.

Figura 5.20 – Módulo de resiliência da Camada de EME, levantamento no Estágio 2 (final da obra do EME)

Figura 5.21 – Módulo de resiliência da Camada de EME, levantamento no Estágio 3

Figura 5.22 – Módulo de resiliência da Camada de EME, levantamento no Estágio 4

O módulo de resiliência do EME retroanalísado variou na faixa de 10.000 a 14.226 MPa, para a situação antes da execução do revestimento (Estágio 2), com o valor médio de 11.459 MPa. Para a situação imediatamente após a execução do revestimento (Estágio 3), o MR_{EME} variou de 9.000 a 20.000 MPa com valor médio de MR_{EME} de 10.461 MPa, valor inferior àquele encontrado na situação anterior à execução do revestimento (Estágio 2).

Ao serem comparados os valores modulares segundo o levantamento deflectométrico após seis meses da execução da camada de revestimento (Estágio 4), percebe-se a importância e a eficiência do dispositivo de drenagem executado. Tal dispositivo possibilitou controlar a água contida nas camadas remanescentes da estrutura do pavimento e recuperar os módulos de resiliência do EME, atingindo um valor médio de 14.348 MPa. As Figuras 5.23 e 5.24 mostram a condição de saturação nas camadas remanescentes do pavimento e o dispositivo de drenagem executado, respectivamente.

Figura 5.23 – Condição de saturação das camadas do pavimento, em agosto de 2010

Figura 5.24 – Execução dos dispositivos de drenagem, em agosto de 2010

Dos resultados obtidos nas Figuras 5.20, 5.21 e 5.22, observa-se que os módulos de resiliência da camada de EME nos Estágios 2 e 4 resultaram em valores adequados para o desempenho de uma estrutura constituída de camada de base em EME principalmente quando comparados aos valores indicados nos estudos paramétricos preconizados por VILLELA et al (2009).

Ainda com relação aos valores de módulo de resiliência retroanalizados para diversas intensidades de carregamento pode-se verificar pela a análise de variância (ANOVA) e pela distribuição de Fisher (F), que para todos os estudos apresentados nas

Tabelas 5.3, 5.4 e 5.5 não há diferença significativa entre os grupos, segundo uma confiabilidade de 95%. A confiabilidade de 95% é fortemente representativa estatisticamente revelando indícios de que os valores modulares determinados por meio de retroanálise são satisfatórios. Essa questão reforça também a análise da linearidade do sistema estrutural de multicamadas, descrita no item 5.1.2.

O conceito de módulo de resiliência é expresso pela relação entre a tensão axial aplicada e a deformação recuperável que uma estrutura (ou camada) de pavimento está sujeita a partir de um carregamento cíclico nela solicitado.

Portanto, independentemente da intensidade de carregamento pode-se deduzir que o valor de módulo de resiliência será o mesmo uma vez que as tensões e deformações atribuídas na estrutura serão proporcionais ao carregamento nela solicitado. Isto ocorre segundo teoria da elasticidade, em uma estrutura de pavimento atuando como um semi-espaço infinito, isotrópico e homogêneo.

Tabela 5.3 - Análise de variância dos MR_{EME} para os carregamentos do FWD - Estágio 2**Seção Experimental SEx-01 - Estágio 2**

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	F crítico
Entre grupos	2,83E+06	2	1,42E+06	0,24	3,16
Dentro dos grupos	3,36E+08	57	5,90E+06		
Total	3,39E+08	59			

Seção Experimental SEx-02 - Estágio 2

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	F crítico
Entre grupos	4,60E+05	2	2,30E+05	0,02	3,16
Dentro dos grupos	6,92E+08	57	1,21E+07		
Total	6,92E+08	59			

Seção Experimental SEx-03 - Estágio 2

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	F crítico
Entre grupos	1,42E+06	2	7,12E+05	0,17	3,14
Dentro dos grupos	2,76E+08	66	4,18E+06		
Total	2,77E+08	68			

Todas as Seções Experimentais - Estágio 2

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	F crítico
Entre grupos	1,98E+06	2	9,88E+05	0,13	3,04
Dentro dos grupos	1,36E+09	186	7,33E+06		
Total	1,37E+09	188			

Notas:

SQ = soma dos quadrados

gl = grau de liberdade

MQ = média quadrada

Tabela 5.4 - Análise de variância dos MR_{EME} para os carregamentos do FWD - Estágio 3**Seção Experimental SEx-01 - Estágio 3**

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	F crítico
Entre grupos	1,69E+06	2	8,43E+05	0,19	3,16
Dentro dos grupos	2,52E+08	57	4,42E+06		
Total	2,54E+08	59			

Seção Experimental SEx-02 - Estágio 3

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	F crítico
Entre grupos	2,30E+06	2	1,15E+06	1,12	3,16
Dentro dos grupos	5,86E+07	57	1,03E+06		
Total	6,09E+07	59			

Seção Experimental SEx-03 - Estágio 3

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	F crítico
Entre grupos	1,85E+07	2	9,27E+06	0,72	3,15
Dentro dos grupos	7,71E+08	60	1,29E+07		
Total	7,90E+08	62			

Todas as Seções Experimentais - Estágio 3

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	F crítico
Entre grupos	1,59E+07	2	7,95E+06	1,18	3,05
Dentro dos grupos	1,21E+09	180	6,72E+06		
Total	1,23E+09	182			

Notas:

SQ = soma dos quadrados

gl = grau de liberdade

MQ = média quadrada

Tabela 5.5 - Análise de variância dos MR_{EME} para os carregamentos do FWD - Estágio 4

Seção Experimental 01 SEx-01- Estágio 4					
Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	F crítico
Entre grupos	1,38E+07	2	6,92E+06	0,80	3,19
Dentro dos grupos	4,17E+08	48	8,68E+06		
Total	4,30E+08	50			
Seção Experimental 02 SEx-02 - Estágio 4					
Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	F crítico
Entre grupos	5,69E+07	2	2,84E+07	1,92	3,16
Dentro dos grupos	8,44E+08	57	1,48E+07		
Total	9,01E+08	59			
Seção Experimental SEx-03 - Estágio 4					
Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	F crítico
Entre grupos	6,06E+07	2	3,03E+07	3,10	3,14
Dentro dos grupos	6,15E+08	63	9,77E+06		
Total	6,76E+08	65			
Todas as Seções Experimentais - Estágio 4					
Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	F crítico
Entre grupos	8,79E+07	2	4,40E+07	3,02	3,05
Dentro dos grupos	2,53E+09	174	1,45E+07		
Total	2,62E+09	176			

Notas:

SQ = soma dos quadrados

gl = grau de liberdade

MQ = média quadrada

5.2. AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE DEFEITOS

Para avaliar a condição de degradação da superfície do pavimento, nos vários estágios, foi realizado o mapeamento dos defeitos ao longo de toda a superfície do Trecho Experimental. Para tanto, foram seguidas as terminologias de defeitos de pavimento conforme a norma DNIT 005/2003 TER (DNIT, 2003). Os levantamentos tiveram também por base as normas DNIT 006/2003 PRO (DNIT, 2003b) e DNIT 007/2003 PRO (DNIT, 2003c).

A Tabela 5.6 apresenta a evolução da concentração de defeitos (%) na superfície do pavimento, ao longo dos Estágios de levantamento: Estágio 0, Estágio 3 e Estágio 4. Na Tabela 5.7 tem-se as solicitações de tráfego as quais as estruturas estiveram sujeitas ao longo dos intervalos entre os Estágios.

Tabela 5.6 – Evolução da condição geral da superfície do pavimento

km		Estágio 0 (26/06/2010)			Estágio 3 (19/10/2010)			Estágio 4 (26/04/2011)		
		Concentração de defeitos		IGG	Concentração de defeitos		IGG	Concentração de defeitos		IGG
		m²	%		m²	%		m²	%	
171+000	170+800	446	62	164	0	0	0	0	0	0
170+800	170+600	635	88	173	0	0	0	0	0	0
170+600	170+400	684	95	187	0	0	0	3	0,76	17
170+400	170+160	792	92	182	0	0	0	1,5	0,17	1
170+160	170+020	342	68	167	0	0	0	41	8,13	63

Tabela 5.7 – Solicitações do tráfego no Trecho Experimental

Parâmetros		Período de solicitação do tráfego			
		Das Seções Experimentais (SEx) de EME			Da SRf 02, sem e com Gap Graded
		somente	sem e com Gap Graded	com Gap Graded	
		8 / 07 / 2010 até 18 / 10 / 2010	8 / 07 / 2010 até 25 / 04 / 2011	20 / 10 / 2010 até 25 / 04 / 2011	
dias		103	292	188	255
meses		3,4	9,7	6,3	8,5
Tráfego de Veículos Comerciais	Realizado no Período	1.038.159	2.990.085	1.939.311	2.618.228
	Previsto para 8 anos	27,514,593			
	% do tráfego em relação ao total previsto para 8 anos	3,77%	10,87%	7,05%	9,52%
Número "N"	USACE	9,65E+06	2,78E+07	1,80E+07	2,43E+07
	AASHTO	2,73E+06	7,87E+06	5,10E+06	6,89E+06

Demonstra-se nas Tabelas 5.6 e 5.7 que a última Seção (Seção de Referência SRf-02); constituída de camada de 80 mm de CAP 30-45, com 2,6 milhões de solicitações de veículos comerciais ($N_{USACE} = 2,43E+07$ e $N_{AASHTO} = 6,89E+06$); apresentou significativa concentração de defeitos (8,13% e IGG=63). Em comparação com a Seção Experimental de mesma espessura com EME (SEx-03) cuja solicitação atingiu 2,9 milhões de veículos comerciais ($N_{USACE} = 2,78E+07$ e $N_{AASHTO} = 7,87E+06$), percebe-se um desempenho superior.

Por apresentar um afundamento localizado, a Seção Experimental SEx-02 foi penalizada no cálculo do IGG com um valor igual a 17.

Salienta-se que os problemas localizados na Seção Experimental SEx-02 foram ocorridos por falta de capacidade estrutural das camadas remanescentes aliado a um possível problema de drenagem pelo fato deste ponto ser localizado em uma região de Corte. No caso da espessura de 80 mm de EME (SEx-03), o afundamento localizado possivelmente ocorreu por encontrar-se exatamente na transição de duas seções executadas (SEx-03 e SRf-02).

Ainda nas Tabelas 5.6 e 5.7 é possível notar que, com 2,9 milhões de veículos comerciais ($N_{USACE} = 2,78E+07$ e $N_{AASHTO} = 7,87E+06$), a Seção Experimental (SEx 01) com 140 mm de EME não sofreu nenhum tipo de defeito tendo, até aquele momento desempenho comparável à Seção de Referência (SRf 01) com reconstrução total da estrutura do pavimento.

5.3. AVALIAÇÃO ESTRUTURAL PELO DNER-PRO-11/79

O procedimento PRO-11 (DNER, 1979) tem como objetivo calcular a vida remanescente ou o reforço necessário para um determinado número de solicitações do tráfego, durante o período de projeto. Baseia-se no critério de deformabilidade elástica, considerando que existe uma correlação entre as deflexões (deflexão anterior e após a execução da camada de reforço) e o aparecimento de trincas nos pavimentos asfálticos.

Segundo esse procedimento, para que não surjam trincas na camada de revestimento, deve-se manter a deflexão abaixo de um valor máximo admissível (D_{adm}) definido pela equação 5.1.

$$\log D_d = 3,01 - 0,176 \log N \quad (5.1)$$

Na equação 5.1,

D_d é a deflexão admissível após a execução do reforço do pavimento (10-2 mm);

N é o número "N" de repetições do eixo padrão brasileiro de 8,2 tf.

A equação 5.1 é concebida para um pavimento constituído de revestimento asfáltico sobre camada de base granular, sendo solicitado por um determinado número “N” de repetições do eixo padrão brasileiro de 8,2 tf.

Considerando que o reforço seja constituído de concreto asfáltico, por meio do critério deflectométrico, seu cálculo emprega os seguintes modelos empíricos (equações 5.2; 5.3 e 5.4) para o dimensionamento de estruturas de comportamento flexível:

$$h_{ref} = K \left[\log \left(\frac{D_a}{D_d} \right) \right] \quad (5.2)$$

$$D_a = 1023 \cdot N^{-0,176} \quad (5.3)$$

$$N = 1,263 \cdot 10^{17} \cdot D_a^{-5,682} \quad (5.4)$$

onde,

h_{ref} é a espessura do reforço do pavimento (cm);

K é o fator de redução de deflexão, próprio do material usado no reforço;

D_a é a deflexão de projeto determinada na superfície do pavimento primitivo antes da execução do reforço, objeto do dimensionamento (10^{-2} mm);

D_d é a deflexão admissível após a execução do reforço do pavimento (10^{-2} mm);

N é o número “N” de repetições do eixo padrão brasileiro de 8,2 tf.

Quando o reforço é constituído de camada asfáltica de CBUQ convencional o procedimento recomenda a adoção do valor de $K = 40$. Entretanto, para o caso de verificar as características deflectométricas de um novo material a ser empregado no reforço estrutural, a partir da equação 5.2, tem-se uma nova equação (5.5) para o cálculo do valor de K.

$$K = \frac{h_{ref}}{\log \frac{D_a}{D_d}} \quad (5.5)$$

onde,

K é o fator de redução de deflexão, próprio do material usado no reforço;

h_{ref} é a espessura do reforço do pavimento (cm);

D_a é a deflexão de projeto determinada na superfície do pavimento primitivo antes da execução do reforço, objeto do dimensionamento (10^{-2} mm);

D_d é a deflexão admissível após a execução do reforço do pavimento (10^{-2} mm);

FONSECA et al (2007) desenvolveram modelos genéricos para a determinação da espessura de reforço em asfalto borracha. Os autores concluíram que o concreto asfáltico com ligante modificado apresenta um desempenho estrutural melhor se comparado ao concreto asfáltico convencional e, a partir dos estudos desenvolvidos, propuseram a utilização da constante $K=35$ no lugar do valor 40.

5.3.1. Modelos Propostos para Misturas Asfálticas de Módulo Elevado (EME)

5.3.1.1. Fator de Redução K de Deflexão para EME

Segundo FONSECA et al (2007), a partir do mesmo raciocínio desenvolvido para a elaboração dos modelos (5.3) e (5.4) é possível calcular os modelos genéricos para previsão da redução de deflexão após a execução do reforço e também para a estimativa da vida útil provável da nova estrutura.

Como mencionado anteriormente, todos os levantamentos deflectométricos para o estudo desta tese foram executados com FWD. Porém o procedimento PRO 11 (DNER, 1979) define que as deflexões sejam levantadas com VBK. Desta forma, foi tomado como ponto inicial o cálculo do valor de K para a Seção de Referência 2 (SRf 02), executada com asfalto convencional na espessura de 80 mm.

Nesta análise foi verificada para o eixo padrão brasileiro uma faixa de valores de K compreendida entre 30 e 54, em um grau de confiabilidade de 68,3%, com o valor médio de $K=42$. Como o valor médio encontrado é apenas 5% superior ao valor recomendado no procedimento PRO 11 ($K=40$), tomou-se como satisfatório o levantamento defletoométrico com FWD para analisar o potencial de redução de deflexão que a camada de EME pode apresentar. Assim a Figura 5.25 apresenta as faixas dos valores de K encontrados para cada carregamento.

Figura 5.25 – Fator de redução da deflexão K (PRO 11)

Da Tabela 5.8 tem-se que a faixa de valor de K estabelecida para a camada de EME, ao longo de todos os valores encontrados nas 3 Seções Experimentais, varia de 20 a 34 para um grau de confiabilidade de 68,3%, com um valor médio de $K=27$.

O grau de confiabilidade de 68,3% foi definido a partir do limite de significância α para atingir o valor de $K=40$ no carregamento de 6,5tf; segundo a inequação 5.6. Tal critério foi atribuído por ser improvável que o material em análise (EME), cujo seu MR é superior ao do CBUQ convencional, tenha como fator de redução de deflexão um valor acima de 40, mesmo para uma condição de carregamento mais severo (eixo padrão francês) que a do eixo padrão brasileiro.

$$\overline{K_{6,5tf}} \pm \alpha \sigma_{6,5tf} \leq 40 \quad (5.6)$$

onde,

$\overline{K_{6,5tf}}$ é a média do fator de redução de deflexão, para o carregamento correspondente ao eixo padrão francês (6,5tf);

α é a constante que determinará o nível de significância requerido no tratamento estatístico;

$\sigma_{6,5tf}$ é o desvio-padrão do fator de redução de deflexão, para o carregamento correspondente ao eixo padrão francês (6,5tf).

5.3.1.2. Modelos Empíricos para EME

A partir da faixa de valores de K^{18} definida para a camada de EME, pode-se desenvolver a calibração dos modelos apresentados no PRO 11. Contudo, é necessário analisar quantitativamente os benefícios na adoção da camada de EME com relação à deflexão encontrada e vida útil esperada (FONSECA et. al., 2007). Para tanto, com base nas equações 5.3 e 5.4 e baseando-se no trabalho de FONSECA et. al. (2007), é possível estabelecer outros modelos para o dimensionamento de reforços de estruturas com camada de EME. A Tabela 5.9 apresenta tais modelos, como também estabelece uma comparação com modelos de asfalto convencional e modificado com borracha.

¹⁸ Salienta-se que o modelo definido por RUIZ foi concebido para pavimentos com camada de base granular e comportamento flexível, entretanto para efeito de comparação foi apresentado o valor do fator de redução de deflexão K para mistura asfáltica de EME a fim de demonstrar o potencial de redução das deflexões em relação às misturas do tipo CBUQ convencional e asfalto borracha.

Tabela 5.8 – Modelos empíricos para EME, comparados com CBUQ e Asfalto Borracha

Reforço	K	$\left(\frac{K_{CBUQ}}{K_i} \right)$	Modelo Empírico				Fonte
			Dimensionamento		Fadiga		
			Modelo	Eq	Modelo	Eq	
CBUQ	40	1,00	$h_{ref} = 40 \left[\log \left(\frac{D_a}{D_d} \right) \right]$	5.7	$D_d = 1023 \, N^{-0,176}$	5.8	DNER (1979)
Asfalto Borracha	35	1,14	$h_{ref} = 35 \left[\log \left(\frac{D_a}{D_d} \right) \right]$	5.9	$D_d = 1057 \, N^{-0,176}$	5.10	FONSECA et. al. (2007)
EME	27	1,48	$h_{ref} = 27 \left[\log \left(\frac{D_a}{D_d} \right) \right]$	5.11	$D_d = 1334 \, N^{-0,176}$	5.12	esta tese

Nota:

Eq = ordem numérica da equação

K_i = fator de redução de deflexão K para outro material, que não seja o asfalto convencional (K_{CBUQ}), deduzido em estudos citados nas fontes indicadas

Como ilustração, a partir do valor médio de $K=27$, a Figura 5.26 demonstra o potencial de redução das deflexões quando da execução de reforços constituídos de camada de EME.

Figura 5.26 – Potencial de redução da espessura de reforço em EME (K = 27) em comparação com o CBUQ convencional (K = 40)

É possível observar na Figura 5.25 a partir das condições estabelecidas ($\overline{K}_{EME} = 27$ e $K_{CBUQ} = 40$) que, independentemente da relação do valor deflectométrico medido na superfície do pavimento primitivo, antes da execução de um reforço de pavimento em EME, com a deflexão admissível após este reforço, tem-se que a espessura de EME reduz 30% em relação à espessura de CBUQ convencional. Evidentemente esta condição é uma inferência teórica, pois para uma camada ser devidamente compactada ela deve receber o mínimo de reação do seu substrato, o suficiente para homogeneizá-la, e portanto merece ser analisada na prática como é o caso dos valores indicados na Tabela 5.10.

Na Figura 5.27 e na Tabela 5.10 são apresentados os valores da deflexão máxima e do módulo de resiliência mínimo admissíveis para a estrutura remanescente, de acordo com a simulação de carregamento com FWD para o eixo padrão brasileiro de 8,2tf. Tal análise foi realizada com o programa computacional ELSYM 5.

Figura 5.27 – Características geométricas e mecânicas adotadas para a simulação, válido para a estrutura atingir $D_{adm_{REV}} = 30$ (10⁻² mm)

Tabela 5.9 – Valores da deflexão máxima e do módulo de resiliência mínimo admissíveis, para a estrutura atingir $D_{adm_{REV}} = 30 (10^{-2} \text{ mm})$

Espessura de EME (mm)	$D0_{REM}^1$ (10^{-2} mm)	MR_{REM}^2 (MPa)	Conf (%)
140	100	145	95
	115	125	85
	130	120	70
110	80	185	95
	90	165	85
	100	155	70
80	60	245	95
	65	230	85
	70	215	70

Nota:

¹ valor da deflexão máxima admissível para a estrutura remanescente

² valor do módulo de resiliência mínimo admissível para a estrutura remanescente

Conf = grau de confiabilidade admitido

As características geométricas e mecânicas adotadas para tal simulação são apresentadas na Figura 5.27.

Figura 5.27 – Valores da deflexão máxima e do módulo de resiliência mínimo admissíveis no topo do remanescente, com seus graus de confiabilidade

A partir da simulação gerada com o FWD e confrontando os valores retroanalizados da deflexão máxima e do módulo de resiliência mínimo admissíveis para a estrutura remanescente com os levantados em campo, observa-se na Figura 5.26 e na Tabela 5.10 que uma camada de EME com espessura igual a 140mm, por exemplo, para atingir a $Dadm$ no topo de seu revestimento de $30 (10^{-2} \text{ mm})$, é necessário um valor máximo de deflexão no topo da estrutura remanescente correspondente à $100 (10^{-2} \text{ mm})$, para um grau de confiabilidade de 95%, ou ainda um módulo de resiliência da estrutura remanescente no valor mínimo de 146MPa, para o mesmo grau de confiabilidade.

É importante salientar que os valores encontrados na Figura 5.26 e na Tabela 5.10, para o grau de confiabilidade igual a 95%, oferecem valores de deflexão máxima admissível à estrutura remanescente para cada uma das Seções Experimentais mais seguros para serem considerados.

Pelos valores encontrados, pode-se deduzir que se recupera em média de 3 a 4 (10^{-2} mm) da deflexão admissível na estrutura remanescente para cada cm de CBUQ convencional, enquanto que em uma estrutura com EME, de 7 a 8 (10^{-2} mm) a cada cm.

6. CONCLUSÕES

Neste trabalho, foi apresentada a tecnologia francesa de misturas asfálticas de módulo elevado (EME) como alternativa para restauração de pavimentos, considerando as circunstâncias dos projetos brasileiros. Os estudos desta tese contaram com a execução do primeiro Trecho Experimental no País submetido a tráfego muito pesado, localizado na rodovia Presidente Dutra.

Até a análise do último levantamento realizado no Trecho Experimental, entende-se que a estrutura constituída de camada de base em EME demonstrou-se uma técnica adequada e de sucesso para restauração de pavimentos submetidos a tráfego muito pesado e intenso com um bom desempenho até então.

Os estudos desenvolvidos na presente tese permitem concluir acerca da viabilidade técnica da mistura asfáltica de módulo elevado (EME) que, quando bem dimensionada e executada, tal estrutura pode ficar com os seus níveis de deflexão, tensão e deformação aquém daqueles máximos admissíveis estabelecidos em projeto.

A viabilidade técnica deste tipo de alternativa de restauração é confirmada ainda pelos inúmeros exemplos já executados e em operação em diversos Países e também pelo Trecho Experimental, objeto de análise desta tese, cujos resultados das primeiras avaliações confirmam, até o momento, seu bom desempenho.

O material asfáltico adotado para a confecção do EME é condizente com as especificações francesas. Constata-se também ser possível executar a tecnologia francesa do EME com os recursos de usinas e equipamentos disponíveis no Brasil com boa qualidade. Sua usinagem e compactação foram efetuadas sem

dificuldades adicionais, mesmo tendo sido executado durante a madrugada a uma temperatura que variou de 9 a 11°C.

A partir dos estudos paramétricos, em função das características geométricas e mecânicas da estrutura de EME, foram desenvolvidos modelos a fim de determinar seus Esforços Solicitantes apenas com levantamentos deflectométricos, por meio da Deflexão Máxima (D_0) e Indicadores de Curvatura. Foram desenvolvidos 372 modelos, destes os Esforços Solicitantes que melhor apresentaram seus coeficientes de determinação e com maior simplicidade de aplicação, por serem função apenas de dois parâmetros, foram aqueles em função de: D_0 e SCI. Seus coeficientes de determinação variaram de 82,45 a 99,25%. Tais modelos demonstraram-se como uma ferramenta útil para avaliação dos ES, devido aos fortes coeficientes de determinação e da sua rápida aplicação, uma vez que em campo a investigação das características geométricas da estrutura pode ser de difícil obtenção.

Verificou-se por meio dos estudos paramétricos desenvolvidos que o principal parâmetro definidor para o dimensionamento deste tipo de alternativa é a capacidade estrutural do pavimento remanescente (MR_{REM} ou $D0_{REM}$). Por esta razão é importante sempre que possível investigar, por meio de diversos poços de inspeção, a estrutura do pavimento a ser restaurado, avaliando as condições de homogeneidade das camadas e assim fornecendo subsídios importantes para a determinação da espessura da camada de EME e, conseqüentemente, sua viabilidade econômica.

Neste sentido, tem-se igual importância a investigação da condição do sistema de drenagem e, no caso de diagnosticada a sua inexistência ou insuficiência, deve-se prever um sistema de drenagem adequadamente dimensionado quanto aos aspectos hidráulicos, permitindo assim a rápida eliminação da água antes da ocorrência da saturação da estrutura remanescente e, conseqüentemente, a perda de resistência.

É importante para o dimensionamento da estrutura de restauração com EME campanhas deflectométricas na estrutura primitiva para, em conjunto com as informações dos poços de inspeções, o desenvolvimento adequado de retroanálises e determinação do MR_{REM} e também no fundo da caixa fresada com intuito de determinar a $D0_{REM}$.

Os dados dos levantamentos deflectométricos nas três intensidades de carregamento demonstram um comportamento linear da estrutura, não sendo notadas variações significativas nas resposta a tais intensidades de carga a partir de suas alterações. Este fato se confirma com os valores encontrados nos coeficientes de determinação próximos a um para todos os casos deste estudo: tanto $D0$ e SCI para os diversos Estágios de levantamento.

Ainda com relação aos levantamentos deflectométricos, este estudo apresentou que para a mesma intensidade de carregamento os deslocamentos verticais na camada de EME não se mantiveram proporcionais em relação à capacidade de suporte do pavimento remanescente. Por esta razão tem-se a camada de EME com responsável pelo controle dos esforços solicitantes na estrutura do pavimento por ela constituído.

Segundo as retroanálises efetuadas a partir dos levantamentos deflectométricos realizados, de modo geral, pode-se concluir que para os Estágios cujos levantamentos foram na camada de EME (Estágios 2, 3 e 4) a camada asfáltica de módulo elevado encontra-se com valor de módulo de resiliência variando de 9.000 a 14.226MPa. Embora tenha havido valores discrepantes (de 7.000 a 20.000MPa), tal ordem grandeza é compatível com aqueles encontrados na literatura para este tipo de tecnologia.

A partir da avaliação da condição da superfície do pavimento, conclui-se que a Seção de Referência SRF-02 constituída de 80mm de CBUQ convencional (CAP 30-45), com 2,6 milhões de solicitações de veículos comerciais ($N_{USACE} = 2,43E+07$ e $N_{AASHTO} = 6,89E+06$); apresentou significativa concentração de

defeitos (8,13% e IGG=63). Comparando-se com a Seção Experimental de mesma espessura com EME (SEx-03) cuja solicitação atingiu 2,9 milhões de veículos comerciais ($N_{USACE} = 2,78E+07$ e $N_{AASHTO} = 7,87E+06$), percebe-se um desempenho superior, apenas apresentando problemas localizados com concentração de defeitos de 0,17% e IGG=1. Apesar de problemas localizados terem sido encontrados nas Seções Experimentais de 110mm (SEx-02) e de 80mm (SEx-03), deve-se atentar para a distinção de defeitos atribuídos pela camada do revestimento que possui valor médio de módulo de resiliência de 1.800MPa, com os da camada de base em EME que possui valores médios de 14.348MPa.

Com base na análise realizada empregando-se a metodologia PRO-11/79, verifica-se que, é possível reduzir em média de 7 a 8 (10^{-2} mm) da deflexão admissível (após a execução do reforço) na estrutura remanescente para cada cm de EME executado, enquanto que em uma estrutura com CBUQ convencional de 3 a 4 (10^{-2} mm) a cada cm. Esta observação conduz à conclusão de que a mistura asfáltica de módulo elevado (EME) tende a apresentar um desempenho estrutural melhor se comparado ao concreto asfáltico convencional. Nesta fase do estudo, foi encontrada faixa de fatores de redução da deflexão (K) compreendida de 20 a 34.

A deflexão máxima admissível no topo da camada remanescente dependerá do grau de confiabilidade requerido. Entretanto, segundo as condições desta tese, recomenda-se a adoção do grau de confiabilidade de 95%, para um valor de $D0_{REM}$: para 140mm de EME, equivalente a 100 (10^{-2} mm); para 110mm de EME, equivalente a 80 (10^{-2} mm); e para 80mm de EME, equivalente a 60 (10^{-2} mm).

A execução de trechos com a adoção da técnica de EME, bem como a análise de desempenho, encontram-se em fase incipiente no Brasil. Neste sentido, é importante a execução e o acompanhamento de novos trechos com ligantes duros, a exemplo da pesquisa desenvolvida por MOTTA et al (2011). Novas

pesquisas possibilitarão efetuar a validação e a adoção dos modelos e procedimentos apresentados nesta tese para outras situações.

Para melhor entendimento do desempenho do Trecho Experimental desta tese há a necessidade de serem realizados novos levantamentos periódicos e análises complementares ao longo do período de vida útil da estrutura constituída de EME.

Pesquisas com a confecção de mistura asfáltica de módulo elevado (EME) morna e a reciclagem de camada de EME são interessantes serem desenvolvidas uma vez que a preocupação com meio ambiente tem sido cada vez mais evidente.

Com relação à reciclagem não se sabe ainda a possibilidade real de reciclagem da camada de EME produzido com ácido polifosfórico, como é o caso desta tese. Pode-se citar, portanto, mais uma pesquisa a ser desenvolvida para apresentar suas dificuldades e benefícios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO – American Association of State Highway and Transportation Officials, 1993. Guide for Design of Pavement Structures. Washington, D.C.
- THE ASPHALT INSTITUTE, 1982. Research and development of the asphalt institute's thickness design manual. Manual Series nº 1, 9th ed. College Park.
- AFNOR – Association Française de Normalisation, 1993a, NF P 98-252. Essais Relatifs aux Chaussées: Essai à la Presse à Cisaillement Giratoire (PCG), Association Française de Normalisation.
- AFNOR – Association Française de Normalisation, 1993, NF T 98-253-1. Préparation des Mélanges Hydrocarbonés, Partie 1: Essai d'Orniérage.
- AFNOR – Association Française de Normalisation, 1999, NF P 98-140, Enrobés Hydrocarbonés – Couches d'assises: Enrobés à Module Élevé (EME).
- AFNOR – Association Française de Normalisation, 1999b, NF P 98-141, Enrobés Hydrocarbonés – Couches de roulement et couches de liaison: bétons bitumineux à module élevé (BBME).
- ASTM – American Society for Testing and Materials, 2009. Standard Test Method for Determining the Resilient Modulus of Bituminous Mixtures by Indirect Tension Test: D 7369-09 West Conshohocken, PA.
- BALBO, J.T.; RODOLFO, M. P., 2004. Estudo de deformações e tensões em pavimentos asfálticos perpétuos. In: 35a. Reunião Anual de Pavimentação, Rio de Janeiro. 35a RAPv, 2004. v. CD. 11 p.
- BARTHOLOMEU, D. B., 2006, Quantificação dos impactos econômicos e ambientais decorrentes do estado de conservação das rodovias brasileiras, 200 p. Tese (Doutorado) – ESALQ, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- BRANCO, F. E.F.; PEREIRA, P. A. A.; PICADO-SANTOS, L. G., 2006. Pavimentos rodoviários. P. 388. Coimbra, Portugal.

- BROSSEAUD, Y; DELORME, J-L.; HIERNAUX, R., 1993. Study of Permanent Deformations in Asphalt with Help of the LCPC Wheel Tracking Rutting Tester: Evaluation and Future Prospects. In 72nd Annual Meeting of Transportations Research Board, USA.
- BROSSEAUD, Y., 2002, "Les Enrobes Français: Panorama des Techniques Bitumineuses, Bilan de Comportement". 16^o Encontro de Asfalto, Rio de Janeiro, RJ, Dezembro.
- BROSSEAUD, Y., 2006, "Les Enrobés à Module Eleve: Bilan de L' expérience de Française et Transfert de Technologie". 7^o Congrès National de la Route, Maroc, Novembre.
- BROSSEAUD, Y., BOGDANSKI, B., CARRÉ, D., 2003, Transfert de Technologie Réussi entre la France et la Pologne: Première Réalisation d'un Chantier de Renforcement Utilisant un Enrobé à Haut Module et un Béton Bituminex très Mince.
- BROWN, S., BRUNTON, J., STOCK, A., 1985. The analytical design of bituminous pavements. Proceedings of Institution of Civil Engineering, vol. 79, Part 2, pp 1-31, London.
- CAPITÃO, S., 2003. Caracterização mecânica de misturas betuminosas de alto módulo de deformabilidade. Tese de Doutorado, Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Coimbra, Portugal.
- CAROFF, G., CORTÉ, J. F. Les enrobés à module élevé. Revue Général des Routes et des Aérodrômes, Spécial chaussées d'autoroutes. Paris, 1994.
- CORTÉ, J-F., SERFASS, J-P., 2000, The French Approach to Asphalt Mixtures Design: a Performance-Related System of Specifications. Communication au TRB, Washington
- CORTÉ, J-F., 2001. Development and uses of hard grade asphalt and of high modulus asphalt mixes in France. Transportation Research Circular: Perpetual Bituminous Pavements, Washington, DC, n. 503, p. 12-31.
- CORTÉ, J-F.; BROSSEAUD, Y.; SIMONCELLI, J-P.; CAROFF, G., 1994. Investigation of rutting of asphalt surface layers: influence of binder and of configuration of axle loading. Transportation Research Record, Washington, DC, n.1436.

- DELORME, J.L., GOYON, V. e GAVALDA, A., 1996. Asphaltic concrete with high modulus (EME): description, use, performance. In: Proceedings of 1st Eurasphalt & Eurobitumie Congress.
- DES CROIX, P. e PLANQUE, L., 2004. Experience with optimised hard grade bitumens in high modulus asphalt mixes. In: Eurasphalt & Eurobitume Congress, 3, Viena, 2004. Proceedings... Bruxelas: EAPA, v.1, p.159-172.
- DNER – Departamento Nacional de Rodagem, 1979. Avaliação estrutural dos pavimentos flexíveis, procedimento BÇ DNER-PRO 11/79.
- DNER – Departamento Nacional de Rodagem, 1994a. Pavimento. Determinação das deflexões pela viga benkelman: DNER-ME 024/94.
- DNER – Departamento Nacional de Rodagem, 1994b. Projeto de restauração de pavimentos flexíveis - TECNAPAV: DNER-PRO 269/94.
- DNER – Departamento Nacional de Rodagem, 1979. Avaliação estrutural de pavimentos flexíveis – Procedimento-B: DNER-PRO 011/79.
- DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, 2003a. Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos terminologia: DNIT 005/2003 TER.
- DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, 2003b. Avaliação objetiva da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos - Procedimento: DNIT 006/2003 PRO.
- DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, 2003c. Levantamento para avaliação da condição de superfície de subtrecho homogêneo de rodovias de pavimentos flexíveis e semi-rígidos para gerência de pavimentos e estudos e projetos - Procedimento: DNIT 007/2003 PRO.
- FEE, F. (2002). Extended Life Asphalt Pavement: New Approaches to Increase Durability. Asphalt Review Online, Volume 21, No 1, May. Australian Asphalt Pavement Association (AAPA).
- Disponível em: <<http://www.aapa.asn.au/docs/review3.html/>>. Acesso em: 08 de junho de 2008.
- FONSECA, P. F. O.; SANTOS, C. R. G.; PEREIRA, A. C. O.; SUZUKI, C. Y., 2007. Avaliação estrutural de reforço em CBUQ modificado por borracha de pneus no trecho experimental da rodovia SP 300. In: CONINFRA - Congresso de Infraestrutura de Transportes, São Paulo. 11 p.

- FREITAS, H. B., 2007, Misturas Asfálticas de Módulo Elevado com uso de Escória de Aciaria como Agregado. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- FREITAS, H. B.; MOTTA, L. M. G., 2008, Uso de Escória de Aciaria em Misturas Asfálticas de Módulo Elevado. Transportes (Rio de Janeiro), v. 16, p. 16-25.
- GLITA, S., MARCHAL, J-L., 2000. BBHR - béton bitumineux haute rigidité: Expérience en Belgique.
- HAAS, R. e HUDSON, W. R., 1978. Pavement management systems. New York: McGraw Hill. 457 p.
- HUANG, Y. H., 2004. Pavement Analysis and Design. 2nd Ed. Pearson Prentice Hall, 775p.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2002. Base de Informações por Setor Censitário. Censo Demográfico 2000. Rio de Janeiro. CDrom.
- JAE – JUNTA AUTONOMA DE ENGENHARIA, 1998. Caderno de encargos; 03 – Pavimentação. Volume V, Almada
- JAMOIS, D., VANISCOTE, J-C., JOLIVET, Y., MALOT, M., 2000. Development of a concept of very high modulus bituminous macadam for pavement base courses, 2nd Eurasphalt & Eurobitume Congress, Vol. II, EAPA e Eurobitume, Barcelona. pp. 268-279.
- JAMOIS, D., MALOT, M., BERGER, J., LEGREVE, A, 2002. Expérimentation d'enrobés bitumineux à hautes performances pour couches d'assises et de roulements construction neuve sur le site d'une station d'essence (E19-Nivelles).
- KIM, Y.R., Lee, Y., RANJITHAN, S. R., 2000. Flexible pavement condition evaluation using deflection basin parameters and dynamic finite element analysis implemented by artificial neural networks. Nondestructive Testing of Pavements and Backcalculation of Moduli: Third Volume, ASTM STP 1375, S. D. Tayabji and E. O. Lukanen, Eds, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, pp 514 – 530.

- KOBISCH, R., GRAMSAMMER, J., KERZREHO, J-P., MALOT, M., JOLIVET, Y., VANISCOTE, J-C., "Modulotal TE2: Développement d'un bitume pour enrobé à module très élevé en assise de chaussée - Expérimentation. sur le manège de fatigue du LCPC, Revue Générale des Routes et des Aérodrômes, Janeiro, N° 747, RGRA, 1997, pp. 37-49.
- KÖPPEN, W., 1931. Grundriss der Klimakunde. Walter D E Guyter & Co. Berlin. 390p
- KOPPERMAN, S., TILLER, G., e TSENG, M., 1986. ELSYM-5: interactive microcomputer version user's manual: IBM PC and compatible version. Federal Highway Administration, Report no. FHWA-TS-87-206, Final Report, dec. Washington, D.C.
- LAUTIER, G., RENIÉ, E., VERHÉE, F., 1991. Exemple d'optimisation d'une structure souple: La RD 570 dans les Bouches-du-Rhône", Revue Général des Routes et des Aérodrômes, N° 684, Novembro, RGRA. pp. 80-81.
- LESAGE, J., 1993. Intéret d'un liant de faible pénétration pour structurer les corps de chaussées en construction neuve ou en entretien: mode d'évaluation en laboratoire, 5th Eurobitume Symposium, Vol II, Estocolmo, pp. 536-45.
- LESAGE, J., GRIMAU, J. P. e HIERNAUX, R., 1993. Des couches de roulement épaisses, renforçantes et antiorniérantes, Revue Général des Routes et des Aérodrômes, Maio, N° 707, RGRA, pp. 35-41.
- LOPES, F. M.; SANTOS, C. R. G.; FORTES, R. M.; FERRI, S.; SUZUKI, C. Y., 2010. Proposta de Metodologia para Avaliação de Pavimentos Asfálticos Utilizando Características da Bacia Deflectométrica. In: CONINFRA - Congresso de Infraestrutura de Transportes, São Paulo. 15 p.
- MAGALHÃES, S., 2004, Misturas asfálticas de módulo elevado para pavimentos de alto desempenho. 197 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- MARSOT, A., 1993. Enrobés à haut module et liants modifiés. Revue Général des Routes et des Aérodrômes, Outubro, N° 711, RGRA, pp. 39-41.
- MEDINA, J., MOTTA, L. M. G., 2005. Mecânica dos pavimentos. 2. ed. Rio de Janeiro: UFRJ. 2005. 570 p.

- MONTEPARA, A., TEBALDI, G., 1999. Performance of high modulus bituminous mixtures for base courses. In: Proc. 3rd European Symposium. Performance and Durability of Bituminous Materials and Hidraulic Stabilised Composites. pp 221-238. Leeds, Inglaterra.
- MONTGOMERY, D.C., RUNGER, G.C., 1999. Applied Statistics and Probability for Engineers. New York: John Wiley, 2nd Ed.
- MOTTA, L. M. G.; FRITZEN, M. A.; VIANNA, A. A. D.; AVILA, G., GUIMARÃES, S. 2011. Avaliação do comportamento de dois tipos de revestimentos asfálticos, dosados pelo método SUPERPAVE, sob ação de tráfego real na Rodovia BR/040 – trecho Concessionária CONCOR. In: IV WORKSHOP RDT – Recursos de Desenvolvimento Tecnológico nas Concessões Rodoviárias. p. 20-33.
- NAGAO, E. M., 2001. Considerações de parâmetros de curvatura da bacia de deformação e do número estrutural no dimensionamento de reforço de pavimentos flexíveis. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 196 p.
- NEVES FILHO, C. D., 2004, Avaliação Laboratorial de Misturas Asfálticas SMA Produzidas com Ligante Asfalto-Borracha. 67 f. Dissertação (Mestrado) Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- NCHRP – National Cooperative Highway Research Program. Research Results Digest Number 285, 2004. Laboratory Determination of Resilient Modulus for Flexible Pavement Design.
- PARIZÉ, E., BEZAVADA, V., DESMOULIN D., 1998, Emploi des matériaux à module élevé des les structures de chaussées aéroportuaires. RGRA nº 767, novembro.
- PAÚL, I., SOUSA, J., 1999. Formulação de uma mistura betuminosa de alto módulo com base em ensaios de performance, 10º Congreso Ibero-Latinoamericano del Asfalto, Vol. I, Asociación Española de la Carretera, Sevilha, pp. 443-454.
- PERRET, J.; OULD-HENIA, M.; DUMONT, A.-G., 2004 High modulus pavement design using accelerated loading testing (ALT). In: Eurasphalt & Eurobitume Congress, 3., 2004, Vienna. Proceedings. Vienna: EAPA. vol. 1, p. 203-212.
- PMSP. Prefeitura Municipal de São Paulo. Secretaria de Infraestrutura Urbana, 2002. Instruções de projeto – Portaria 248/SIURB-G/2002. IP-08: Análise mecanística à fadiga de estruturas do pavimento, pp. 173-183.

- QUINTERO, C. F. Q., 2011, Estudo de misturas asfálticas com ligantes de consistência elevada – Formulação e comportamento mecânico. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil / Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 203p.
- ROCHA, D., 1994. Experiencia española, Jornadas sobre Mezclas de Alto Modulo, Madrid.
- RGRA – REVUE GÉNÉRAL DES ROUTES ET DES AÉRODROMES, 2005. Les Enrobés Bitumineux. vol. 2, 381 p. Paris : RGRA.
- ROHDE, L., 2007. Estudo de misturas asfálticas de módulo elevado para camadas estruturais de pavimentos. Tese de Doutorado, PPGECC / Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 246 p.
- SERFASS, J-P., BENISE, P., PELLEVOISIN, P., 1997, Properties and New Developments of High Modulus Asphalt Concrete. In: 8^o International Conference on Asphalt Pavements, v. 1, pp. 325-333, Seattle, Washington, USA.
- SETRA - Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes, 1997. Les enrobés à module élevé. Note d'information, Bagneux, n.96, 6p..
- SETRA e LCPC – Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes e Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, 1998. Catalogue des structures types de chaussées neuves. Bagneux : Ministère de L'Équipement, des Transports et du Logement.
- SUZUKI, C. Y., 1992. Contribuição ao estudo de pavimentos rodoviários com estrutura invertida (sub-base cimentada). Tese de Doutorado em Engenharia Civil – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 280 p.
- VAL MELÚS, M. A., , 1996 Contribution à la mise au point d'un nouveau matériau de construction des chaussées - L'enrobé bitumineux à haut module pour couche de base, Bulletin des Liaisons du Laboratoire des Ponts et Chaussées, No. 204, Julho-Agosto, LCPC, pp. 43-52.
- VÉRHÉE, F., DELORME, J., 1991. Enrobés classiques et à module élevé: bilan de comportement des enrobés à module élevé, Bulletin des Liaisons, n^o 172, LCPC, Março-Abril, pp.43-6.

- VILLELA, A.R.A.; SUZUKI, C. Y.; BERNUCCI, L. L. B.; QUINTANILHA, J.A.; ESCUDEIRO, M.S., 2009. Estudo de deflexões, tensões e deformações em estrutura com camada de módulo elevado: uma abordagem para projetos de restauração. In: XV CILA - Congresso Ibero-Latino-Americano do Asfalto, Lisboa, Portugal. v. 2. p. 863-872.
- VIVIER, M., DEGUINES, J., 1986. Les enrobés à haut module: application à la rocade sud de salbris, *Revue Général des Routes et des Aérodromes*, Nº 633, Setembro, RGRA, 1986, pp. 31-40.
- WSDOT - Washington State Department of Transportation. (1995). *Pavement Guide for Design Evaluation and Rehabilitation*.
- YODER, E. J., e WITCZAK, M. W., 1975. *Principles of pavement design*. 2nd Ed. New York: John Wiley & Sons, 711 p.

Equações de Correlação entre σ_{EMIE} e os Parâmetros de Curvatura da Bacia, a partir dos estudos paramétricos em função de MR_{REM} e com carregamento para FWD									
Parâmetros	Equações de correlação							R ²	equação (n°)
$\sigma_{\text{EMIE}} = f(\text{D0}; \text{S}; \text{RxDO}; \text{SCI})$	$\sigma_{\text{EMIE}} = 6,33\text{E-}71 \times \text{D0}$	$-1,75\text{E+}01$	$\times \text{S}$	$1,53\text{E+}01$	$\times \text{RxDO}$	$1,28\text{E+}01$	$\times \text{SCI}$	18,27292943	0,868 (1)
$\sigma_{\text{EMIE}} = f(\text{D0}; \text{S}; \text{R}; \text{RxDO}; \text{SCI})$	$\sigma_{\text{EMIE}} = 6,33\text{E-}71 \times \text{D0}$	$-1,75\text{E+}01$	$\times \text{S}$	$1,53\text{E+}01$	$\times \text{R}$	0	$\times \text{SCI}$	18,27292943	0,868 (2)
$\sigma_{\text{EMIE}} = f(\text{D0}; \text{S}; \text{R}; \text{SCI})$	$\sigma_{\text{EMIE}} = 6,33\text{E-}71 \times \text{D0}$	$-4,75\text{E+}00$	$\times \text{S}$	$1,53\text{E+}01$	$\times \text{R}$	$1,28\text{E+}01$	$\times \text{SCI}$	1,83\text{E+}01	0,868 (3)
$\sigma_{\text{EMIE}} = f(\text{S}; \text{R}; \text{RxDO}; \text{SCI})$	$\sigma_{\text{EMIE}} = 6,33\text{E-}71 \times \text{S}$	$1,53\text{E+}01$	$\times \text{R}$	$1,75\text{E+}01$	$\times \text{RxDO}$	$-4,75\text{E+}00$	$\times \text{SCI}$	18,27292943	0,868 (4)
$\sigma_{\text{EMIE}} = f(\text{S}; \text{R}; \text{SCI})$	$\sigma_{\text{EMIE}} = 1,51\text{E-}08 \times \text{S}$	$5,85\text{E+}01$	$\times \text{R}$	$1,80\text{E+}00$	$\times \text{SCI}$	$2,59\text{E+}00$			0,831 (5)
$\sigma_{\text{EMIE}} = f(\text{R}; \text{RxDO}; \text{SCI})$	$\sigma_{\text{EMIE}} = 1,06\text{E-}06 \times \text{R}$	$1,37\text{E+}00$	$\times \text{RxDO}$	$1,73\text{E+}01$	$\times \text{SCI}$	$2,159657139$			0,828 (6)
$\sigma_{\text{EMIE}} = f(\text{D0}; \text{R}; \text{SCI})$	$\sigma_{\text{EMIE}} = 1,06\text{E-}06 \times \text{D0}$	$1,73\text{E+}01$	$\times \text{R}$	$1,54\text{E+}00$	$\times \text{SCI}$	$2,16\text{E+}00$			0,828 (7)
$\sigma_{\text{EMIE}} = f(\text{D0}; \text{RxDO}; \text{SCI})$	$\sigma_{\text{EMIE}} = 1,06\text{E-}06 \times \text{D0}$	$-1,37\text{E+}00$	$\times \text{RxDO}$	$1,54\text{E+}00$	$\times \text{SCI}$	$2,16\text{E+}00$			0,828 (8)
$\sigma_{\text{EMIE}} = f(\text{D0}; \text{R}; \text{RxDO}; \text{SCI})$	$\sigma_{\text{EMIE}} = 1,06\text{E-}06 \times \text{D0}$	$-1,37\text{E+}00$	$\times \text{R}$	$0,00\text{E+}00$	$\times \text{RxDO}$	$1,54\text{E+}00$	$\times \text{SCI}$	2,159657139	0,828 (9)
$\sigma_{\text{EMIE}} = f(\text{S}; \text{RxDO}; \text{SCI})$	$\sigma_{\text{EMIE}} = 3,31\text{E-}02 \times \text{S}$	$2,81\text{E+}01$	$\times \text{RxDO}$	$1,41\text{E+}01$	$\times \text{SCI}$	$0,850605803$			0,826 (10)
$\sigma_{\text{EMIE}} = f(\text{RxDO}; \text{SCI})$	$\sigma_{\text{EMIE}} = 4,85\text{E-}02 \times \text{RxDO}$	$2,20\text{E+}01$	$\times \text{SCI}$	$8,41\text{E+}01$					0,825 (11)
$\sigma_{\text{EMIE}} = f(\text{D0}; \text{S}; \text{SCI})$	$\sigma_{\text{EMIE}} = 1,39\text{E-}02 \times \text{D0}$	$-1,92\text{E+}02$	$\times \text{S}$	$8,29\text{E+}01$	$\times \text{SCI}$	$8,87\text{E+}01$			0,825 (12)
$\sigma_{\text{EMIE}} = f(\text{S}; \text{SCI})$	$\sigma_{\text{EMIE}} = 1,76\text{E-}02 \times \text{S}$	$7,65\text{E+}01$	$\times \text{SCI}$	$8,67\text{E+}01$					0,825 (13)
$\sigma_{\text{EMIE}} = f(\text{D0}; \text{SCI})$	$\sigma_{\text{EMIE}} = 2,93\text{E-}01 \times \text{D0}$	$2,26\text{E+}01$	$\times \text{SCI}$	$6,23\text{E+}01$					0,824 (14)
$\sigma_{\text{EMIE}} = f(\text{D0}; \text{S}; \text{RxDO})$	$\sigma_{\text{EMIE}} = 7,76\text{E+}01 \times \text{D0}$	$8,52\text{E+}01$	$\times \text{S}$	$-4,98\text{E+}01$	$\times \text{RxDO}$	$-4,60\text{E+}01$			0,821 (15)
$\sigma_{\text{EMIE}} = f(\text{S}; \text{R}; \text{RxDO})$	$\sigma_{\text{EMIE}} = 7,76\text{E+}01 \times \text{S}$	$-4,98\text{E+}01$	$\times \text{R}$	$-8,52\text{E+}01$	$\times \text{RxDO}$	$3,92\text{E+}01$			0,821 (16)
$\sigma_{\text{EMIE}} = f(\text{D0}; \text{S}; \text{R}; \text{RxDO})$	$\sigma_{\text{EMIE}} = 7,76\text{E+}01 \times \text{D0}$	$8,52\text{E+}01$	$\times \text{S}$	$-4,98\text{E+}01$	$\times \text{R}$	$0,00\text{E+}00$	$\times \text{RxDO}$	-0,46032171	0,821 (17)
$\sigma_{\text{EMIE}} = f(\text{D0}; \text{S}; \text{R})$	$\sigma_{\text{EMIE}} = 7,76\text{E+}01 \times \text{D0}$	$3,92\text{E+}01$	$\times \text{S}$	$-4,98\text{E+}01$	$\times \text{R}$	$-0,46032171$			0,821 (18)
$\sigma_{\text{EMIE}} = f(\text{R}; \text{RxDO})$	$\sigma_{\text{EMIE}} = 4,48\text{E+}01 \times \text{R}$	$-8,68\text{E+}01$	$\times \text{RxDO}$	$2,51\text{E+}01$					0,821 (19)
$\sigma_{\text{EMIE}} = f(\text{D0}; \text{R})$	$\sigma_{\text{EMIE}} = 4,48\text{E+}01 \times \text{D0}$	$2,51\text{E+}01$	$\times \text{R}$	$-6,18\text{E+}01$					0,821 (20)
$\sigma_{\text{EMIE}} = f(\text{D0}; \text{RxDO})$	$\sigma_{\text{EMIE}} = 4,48\text{E+}01 \times \text{D0}$	$8,68\text{E+}01$	$\times \text{RxDO}$	$-6,18\text{E+}01$					0,821 (21)
$\sigma_{\text{EMIE}} = f(\text{D0}; \text{R}; \text{RxDO})$	$\sigma_{\text{EMIE}} = 4,48\text{E+}01 \times \text{D0}$	$8,68\text{E+}01$	$\times \text{R}$	$0,00\text{E+}00$	$\times \text{RxDO}$	$-0,61765098$			0,821 (22)
$\sigma_{\text{EMIE}} = f(\text{S}; \text{R})$	$\sigma_{\text{EMIE}} = 1,92\text{E+}01 \times \text{S}$	$8,52\text{E+}01$	$\times \text{R}$	$-8,95\text{E+}01$					0,818 (23)
$\sigma_{\text{EMIE}} = f(\text{D0}; \text{S})$	$\sigma_{\text{EMIE}} = 3,23\text{E+}02 \times \text{D0}$	$7,98\text{E+}01$	$\times \text{S}$	$-1,91\text{E+}00$					0,817 (24)
$\sigma_{\text{EMIE}} = f(\text{R}; \text{SCI})$	$\sigma_{\text{EMIE}} = 1,23\text{E-}13 \times \text{R}$	$3,52\text{E+}00$	$\times \text{SCI}$	$4,24\text{E+}00$					0,813 (25)
$\sigma_{\text{EMIE}} = f(\text{SCI})$	$\sigma_{\text{EMIE}} = 4,39\text{E-}01 \times \text{SCI}$	$8,29\text{E+}01$							0,780 (26)
$\sigma_{\text{EMIE}} = f(\text{R})$	$\sigma_{\text{EMIE}} = 4,65\text{E+}02 \times \text{R}$	$-8,46\text{E+}01$							0,763 (27)
$\sigma_{\text{EMIE}} = f(\text{D0})$	$\sigma_{\text{EMIE}} = 2,90\text{E-}01 \times \text{D0}$	$5,81\text{E+}01$							0,613 (28)
$\sigma_{\text{EMIE}} = f(\text{S}; \text{RxDO})$	$\sigma_{\text{EMIE}} = 2,08\text{E+}05 \times \text{S}$	$-1,02\text{E+}01$	$\times \text{RxDO}$	$3,08\text{E+}00$					0,341 (29)
$\sigma_{\text{EMIE}} = f(\text{RxDO})$	$\sigma_{\text{EMIE}} = 4,90\text{E-}01 \times \text{RxDO}$	$1,64\text{E+}01$							0,025 (30)
$\sigma_{\text{EMIE}} = f(\text{S})$	$\sigma_{\text{EMIE}} = 1,27\text{E+}00 \times \text{S}$	$1,63\text{E+}01$							0,002 (31)

Equações de Correlação entre σ_{REM} e os Parâmetros de Curvatura da Bacia, a partir dos estudos paramétricos em função de D_{OREM} e com carregamento para FWD										
Parâmetros	Equações de correlação							R ²	equação (n°)	
$\sigma_{\text{TEME}} = f(D_0; S; R; \text{SCI})$	$\sigma_{\text{TEME}} =$	$3,50\text{E}-66 \times D_0$	$-4,7437$	$\times S$	$15,3284$	$\times R$	$12,7818$	$\times \text{SCI}$	$18,2697$	0,8685 (1)
$\sigma_{\text{TEME}} = f(S; R; \text{RxDO}; \text{SCI})$	$\sigma_{\text{TEME}} =$	$3,50\text{E}-66 \times S$	$15,3284$	$\times R$	$17,5256$	$\times \text{RxDO}$	$-4,7437$	$\times \text{SCI}$	$18,2697$	0,8685 (2)
$\sigma_{\text{TEME}} = f(D_0; S; \text{RxDO}; \text{SCI})$	$\sigma_{\text{TEME}} =$	$3,50\text{E}-66 \times D_0$	$-17,5256$	$\times S$	$15,3284$	$\times \text{RxDO}$	$12,7818$	$\times \text{SCI}$	$18,2697$	0,8685 (3)
$\sigma_{\text{TEME}} = f(D_0; S; R; \text{RxDO}; \text{SCI})$	$\sigma_{\text{TEME}} =$	$3,50\text{E}-66 \times D_0$	$-4,7437$	$\times S$	$15,3284$	$\times R$	$12,7818$	$\times \text{RxDO}$	$18,2697$	0,8685 (4)
$\sigma_{\text{TEME}} = f(S; R; \text{SCI})$	$\sigma_{\text{TEME}} =$	$7,06\text{E}-08 \times S$	$0,3851$	$\times R$	$1,7956$	$\times \text{SCI}$	$2,5947$			0,8311 (5)
$\sigma_{\text{TEME}} = f(D_0; R; \text{SCI})$	$\sigma_{\text{TEME}} =$	$3,85\text{E}-06 \times D_0$	$0,1727$	$\times R$	$1,5387$	$\times \text{SCI}$	$2,1601$			0,8282 (6)
$\sigma_{\text{TEME}} = f(D_0; \text{RxDO}; \text{SCI})$	$\sigma_{\text{TEME}} =$	$3,85\text{E}-06 \times D_0$	$-1,3660$	$\times \text{RxDO}$	$1,5387$	$\times \text{SCI}$	$2,1601$			0,8282 (7)
$\sigma_{\text{TEME}} = f(R; \text{RxDO}; \text{SCI})$	$\sigma_{\text{TEME}} =$	$3,85\text{E}-06 \times R$	$1,3660$	$\times \text{RxDO}$	$0,1727$	$\times \text{SCI}$	$2,1601$			0,8282 (8)
$\sigma_{\text{TEME}} = f(D_0; R; \text{RxDO}; \text{SCI})$	$\sigma_{\text{TEME}} =$	$3,85\text{E}-06 \times D_0$	$0,1727$	$\times R$	$1,5387$	$\times \text{RxDO}$	0	$\times \text{SCI}$	$2,1601$	0,8282 (9)
$\sigma_{\text{TEME}} = f(S; \text{RxDO}; \text{SCI})$	$\sigma_{\text{TEME}} =$	$5,49\text{E}-02 \times S$	$0,2809$	$\times \text{RxDO}$	$0,1407$	$\times \text{SCI}$	$0,8506$			0,8256 (10)
$\sigma_{\text{TEME}} = f(\text{RxDO}; \text{SCI})$	$\sigma_{\text{TEME}} =$	$8,00\text{E}-02 \times \text{RxDO}$	$0,2205$	$\times \text{SCI}$	$0,8413$					0,8255 (11)
$\sigma_{\text{TEME}} = f(S; \text{SCI})$	$\sigma_{\text{TEME}} =$	$2,62\text{E}-02 \times S$	$0,7651$	$\times \text{SCI}$	$0,8665$					0,8252 (12)
$\sigma_{\text{TEME}} = f(D_0; S; \text{SCI})$	$\sigma_{\text{TEME}} =$	$2,36\text{E}-02 \times D_0$	$-0,0193$	$\times S$	$0,8296$	$\times \text{SCI}$	$0,8873$			0,8252 (13)
$\sigma_{\text{TEME}} = f(D_0; \text{SCI})$	$\sigma_{\text{TEME}} =$	$4,25\text{E}-01 \times D_0$	$0,2258$	$\times \text{SCI}$	$0,6232$					0,8245 (14)
$\sigma_{\text{TEME}} = f(D_0; S; R)$	$\sigma_{\text{TEME}} =$	$7,76\text{E}+01 \times D_0$	$0,3915$	$\times S$	$-0,4980$	$\times R$	$-0,4605$			0,8214 (15)
$\sigma_{\text{TEME}} = f(D_0; S; \text{RxDO})$	$\sigma_{\text{TEME}} =$	$7,76\text{E}+01 \times D_0$	$0,8519$	$\times S$	$-0,4980$	$\times \text{RxDO}$	$-0,4605$			0,8214 (16)
$\sigma_{\text{TEME}} = f(S; R; \text{RxDO})$	$\sigma_{\text{TEME}} =$	$7,76\text{E}+01 \times S$	$-0,4980$	$\times R$	$-0,8519$	$\times \text{RxDO}$	$0,3915$			0,8214 (17)
$\sigma_{\text{TEME}} = f(D_0; S; R; \text{RxDO})$	$\sigma_{\text{TEME}} =$	$7,76\text{E}+01 \times D_0$	$0,3915$	$\times S$	$-0,4980$	$\times R$	$-0,4605$	$\times \text{RxDO}$	0	0,8214 (18)
$\sigma_{\text{TEME}} = f(D_0; R)$	$\sigma_{\text{TEME}} =$	$4,48\text{E}+01 \times D_0$	$0,2506$	$\times R$	$-0,6176$					0,8209 (19)
$\sigma_{\text{TEME}} = f(D_0; \text{RxDO})$	$\sigma_{\text{TEME}} =$	$4,48\text{E}+01 \times D_0$	$0,8683$	$\times \text{RxDO}$	$-0,6176$					0,8209 (20)
$\sigma_{\text{TEME}} = f(R; \text{RxDO})$	$\sigma_{\text{TEME}} =$	$4,48\text{E}+01 \times R$	$-0,8683$	$\times \text{RxDO}$	$0,2506$					0,8209 (21)
$\sigma_{\text{TEME}} = f(D_0; R; \text{RxDO})$	$\sigma_{\text{TEME}} =$	$4,48\text{E}+01 \times D_0$	$0,2506$	$\times R$	$-0,6176$	$\times \text{RxDO}$	0			0,8209 (22)
$\sigma_{\text{TEME}} = f(S; R)$	$\sigma_{\text{TEME}} =$	$1,92\text{E}+01 \times S$	$0,8515$	$\times R$	$-0,8654$					0,8178 (23)
$\sigma_{\text{TEME}} = f(D_0; S)$	$\sigma_{\text{TEME}} =$	$3,23\text{E}-02 \times D_0$	$0,7983$	$\times S$	$-1,9070$					0,8174 (24)
$\sigma_{\text{TEME}} = f(R; \text{SCI})$	$\sigma_{\text{TEME}} =$	$1,53\text{E}-12 \times R$	$3,5237$	$\times \text{SCI}$	$4,2378$					0,8126 (25)
$\sigma_{\text{TEME}} = f(\text{SCI})$	$\sigma_{\text{TEME}} =$	$7,19\text{E}-01 \times \text{SCI}$	$0,8292$							0,7801 (26)
$\sigma_{\text{TEME}} = f(R)$	$\sigma_{\text{TEME}} =$	$4,65\text{E}+02 \times R$	$-0,8464$							0,7625 (27)
$\sigma_{\text{TEME}} = f(D_0)$	$\sigma_{\text{TEME}} =$	$2,90\text{E}-01 \times D_0$	$0,5811$							0,6131 (28)
$\sigma_{\text{TEME}} = f(S; \text{RxDO})$	$\sigma_{\text{TEME}} =$	$2,08\text{E}+05 \times S$	$-10,1741$	$\times \text{RxDO}$	$3,0750$					0,3413 (29)
$\sigma_{\text{TEME}} = f(\text{RxDO})$	$\sigma_{\text{TEME}} =$	$4,89\text{E}-01 \times \text{RxDO}$	$0,1645$							0,0254 (30)
$\sigma_{\text{TEME}} = f(S)$	$\sigma_{\text{TEME}} =$	$1,27\text{E}+00 \times S$	$0,1637$							0,0021 (31)

Equações de Correlação entre ϵ_{LEME} e os Parâmetros de Curvatura da Bacia, a partir dos estudos paramétricos em função de MR_{REM} e com carregamento para VBK									
Parâmetros	Equações de correlação							R ²	equação (n°)
$\epsilon_{TEME} = f(D0; S; RxD0; SCI)$	$\epsilon_{TEME} =$	$3,01E+75 \times D0$	$\times S$	$\times S$	$\times RxD0$	$\times SCI$	-19,8047296	-21,7912164	0,9869 (1)
$\epsilon_{TEME} = f(D0; S; R; SCI)$	$\epsilon_{TEME} =$	$3,01E+75 \times D0$	$\times S$	$\times S$	$\times R$	$\times SCI$	-19,8047296	-21,7912164	0,9869 (2)
$\epsilon_{TEME} = f(D0; S; R; RxD0; SCI)$	$\epsilon_{TEME} =$	$3,01E+75 \times D0$	$\times S$	$\times S$	$\times R$	$\times RxD0$	-19,8047296	0	$\times SCI$ -21,7912164 (3)
$\epsilon_{TEME} = f(S; R; RxD0; SCI)$	$\epsilon_{TEME} =$	$3,01E+75 \times S$	$\times R$	$\times R$	$\times RxD0$	$\times SCI$	2,893157832	-21,7912164	0,9869 (4)
$\epsilon_{TEME} = f(D0; RxD0; SCI)$	$\epsilon_{TEME} =$	$9,96E+43 \times D0$	$\times RxD0$	$\times R$	$\times SCI$		-13,9975567		0,9865 (5)
$\epsilon_{TEME} = f(D0; R; SCI)$	$\epsilon_{TEME} =$	$9,96E+43 \times D0$	$\times R$	$\times R$	$\times SCI$		-13,9975567		0,9865 (6)
$\epsilon_{TEME} = f(D0; R; RxD0; SCI)$	$\epsilon_{TEME} =$	$9,96E+43 \times D0$	$\times R$	$\times R$	$\times RxD0$	$\times SCI$	0	-13,9975567	0,9865 (7)
$\epsilon_{TEME} = f(R; RxD0; SCI)$	$\epsilon_{TEME} =$	$9,96E+43 \times R$	$\times RxD0$	$\times R$	$\times SCI$		-13,9975567		0,9865 (8)
$\epsilon_{TEME} = f(S; R; SCI)$	$\epsilon_{TEME} =$	$6,80E+20 \times S$	$\times R$	$\times R$	$\times SCI$		-8,2136667		0,9859 (9)
$\epsilon_{TEME} = f(D0; S; RxD0)$	$\epsilon_{TEME} =$	$2,32E-12 \times D0$	$\times S$	$\times S$	$\times RxD0$		-2,61307699		0,9843 (10)
$\epsilon_{TEME} = f(S; R; RxD0)$	$\epsilon_{TEME} =$	$2,32E-12 \times S$	$\times R$	$\times R$	$\times RxD0$		-1,6331589		0,9843 (11)
$\epsilon_{TEME} = f(D0; S; R)$	$\epsilon_{TEME} =$	$2,32E-12 \times D0$	$\times S$	$\times S$	$\times R$		-2,61307699		0,9843 (12)
$\epsilon_{TEME} = f(D0; S; R; RxD0)$	$\epsilon_{TEME} =$	$2,32E-12 \times D0$	$\times S$	$\times S$	$\times R$	$\times RxD0$	0		0,9843 (13)
$\epsilon_{TEME} = f(S; RxD0; SCI)$	$\epsilon_{TEME} =$	$2,82E-16 \times S$	$\times RxD0$	$\times R$	$\times SCI$		0,982626669		0,9841 (14)
$\epsilon_{TEME} = f(D0; S; SCI)$	$\epsilon_{TEME} =$	$3,50E-25 \times D0$	$\times S$	$\times S$	$\times SCI$		3,25649722		0,9835 (15)
$\epsilon_{TEME} = f(S; R)$	$\epsilon_{TEME} =$	$2,35E-04 \times S$	$\times R$	$\times R$			-0,8253		0,9719 (16)
$\epsilon_{TEME} = f(S; SCI)$	$\epsilon_{TEME} =$	$9,04E-07 \times S$	$\times SCI$	$\times SCI$			0,8105		0,9689 (17)
$\epsilon_{TEME} = f(D0; RxD0)$	$\epsilon_{TEME} =$	$2,64E-03 \times D0$	$\times RxD0$	$\times R$			-0,6002		0,9685 (18)
$\epsilon_{TEME} = f(D0; R)$	$\epsilon_{TEME} =$	$2,64E-03 \times D0$	$\times R$	$\times R$			-0,6002		0,9685 (19)
$\epsilon_{TEME} = f(R; RxD0)$	$\epsilon_{TEME} =$	$2,64E-03 \times R$	$\times RxD0$	$\times R$			0,2049		0,9685 (20)
$\epsilon_{TEME} = f(D0; R; RxD0)$	$\epsilon_{TEME} =$	$2,64E-03 \times D0$	$\times R$	$\times R$	$\times RxD0$		0		0,9685 (21)
$\epsilon_{TEME} = f(D0; SCI)$	$\epsilon_{TEME} =$	$1,96E-05 \times D0$	$\times SCI$	$\times SCI$			0,6381		0,9668 (22)
$\epsilon_{TEME} = f(RxD0; SCI)$	$\epsilon_{TEME} =$	$5,89E-06 \times RxD0$	$\times RxD0$	$\times SCI$			0,7963		0,9664 (23)
$\epsilon_{TEME} = f(R; SCI)$	$\epsilon_{TEME} =$	$3,76E-12 \times R$	$\times SCI$	$\times SCI$			2,6748		0,9607 (24)
$\epsilon_{TEME} = f(D0; S)$	$\epsilon_{TEME} =$	$1,05E+00 \times D0$	$\times S$	$\times S$			-2,8535		0,9577 (25)
$\epsilon_{TEME} = f(SCI)$	$\epsilon_{TEME} =$	$3,00E-05 \times SCI$					0,7988		0,9287 (26)
$\epsilon_{TEME} = f(R)$	$\epsilon_{TEME} =$	$2,00E-02 \times R$					-0,7909		0,8961 (27)
$\epsilon_{TEME} = f(D0)$	$\epsilon_{TEME} =$	$2,00E-05 \times D0$					0,4747		0,6685 (28)
$\epsilon_{TEME} = f(S; RxD0)$	$\epsilon_{TEME} =$	$7,84E+24 \times S$	$\times RxD0$				5,9071		0,6192 (29)
$\epsilon_{TEME} = f(RxD0)$	$\epsilon_{TEME} =$	$2,00E-05 \times RxD0$					0,1590		0,0438 (30)
$\epsilon_{TEME} = f(S)$	$\epsilon_{TEME} =$	$1,00E-05 \times S$					0,5296		0,0176 (31)

Equações de Correlação entre ϵ_{TEME} e os Parâmetros de Curvatura da Bacia, a partir dos estudos paramétricos em função de D_{OREM} e com carregamento para VBK									
Parâmetros	Equações de correlação							R ²	equação (n°)
$\epsilon_{TEME} = f(S; R; RxDO; SCI)$	$\epsilon_{TEME} = 2,94E+75 \times S$	$-5,9824$	$\times R$	$-22,7015$	$\times RxDO$	$2,898653566$	$\times SCI$	$-21,7887739$	0,9869 (1)
$\epsilon_{TEME} = f(D0; S; R; SCI)$	$\epsilon_{TEME} = 2,94E+75 \times D0$	$2,8987$	$\times S$	$-5,9824$	$\times R$	$-19,8028029$	$\times SCI$	$-21,7887739$	0,9869 (2)
$\epsilon_{TEME} = f(D0; S; RxDO; SCI)$	$\epsilon_{TEME} = 2,94E+75 \times D0$	$22,7015$	$\times S$	$-5,9824$	$\times RxDO$	$-19,8028029$	$\times SCI$	$-21,7887739$	0,9869 (3)
$\epsilon_{TEME} = f(D0; S; R; RxDO; SCI)$	$\epsilon_{TEME} = 2,94E+75 \times D0$	$22,7015$	$\times S$	$-5,9824$	$\times R$	0	$\times RxDO$	$-19,8028029 \times SCI$	0,9869 (4)
$\epsilon_{TEME} = f(R; RxDO; SCI)$	$\epsilon_{TEME} = 1,00E+44 \times R$	$-14,9412$	$\times RxDO$	$1,2124$	$\times SCI$	$-13,9981808$			0,9865 (5)
$\epsilon_{TEME} = f(D0; R; SCI)$	$\epsilon_{TEME} = 1,00E+44 \times D0$	$1,2124$	$\times R$	$-13,7288$	$\times SCI$	$-13,9981808$			0,9865 (6)
$\epsilon_{TEME} = f(D0; RxDO; SCI)$	$\epsilon_{TEME} = 1,00E+44 \times D0$	$14,9412$	$\times RxDO$	$-13,7288$	$\times SCI$	$-13,9981808$			0,9865 (7)
$\epsilon_{TEME} = f(D0; R; RxDO; SCI)$	$\epsilon_{TEME} = 1,00E+44 \times D0$	$14,9412$	$\times R$	$0,0000$	$\times RxDO$	$-13,7287832$	$\times SCI$	$-13,9981808$	0,9865 (8)
$\epsilon_{TEME} = f(S; R; SCI)$	$\epsilon_{TEME} = 6,85E+20 \times S$	$4,2303$	$\times R$	$-9,1764$	$\times SCI$	$-8,21473492$			0,9859 (9)
$\epsilon_{TEME} = f(D0; S; R)$	$\epsilon_{TEME} = 2,32E-12 \times D0$	$-1,6336$	$\times S$	$9,7714$	$\times R$	$-2,61348087$			0,9843 (10)
$\epsilon_{TEME} = f(S; R; RxDO)$	$\epsilon_{TEME} = 2,32E-12 \times S$	$9,7714$	$\times R$	$-0,9799$	$\times RxDO$	$-1,63356397$			0,9843 (11)
$\epsilon_{TEME} = f(D0; S; RxDO)$	$\epsilon_{TEME} = 2,32E-12 \times D0$	$0,9799$	$\times S$	$9,7714$	$\times RxDO$	$-2,61348087$			0,9843 (12)
$\epsilon_{TEME} = f(D0; S; R; RxDO)$	$\epsilon_{TEME} = 2,32E-12 \times D0$	$0,9799$	$\times S$	$9,7714$	$\times R$	0	$\times RxDO$	$-2,61348087$	0,9843 (13)
$\epsilon_{TEME} = f(S; RxDO; SCI)$	$\epsilon_{TEME} = 2,81E-16 \times S$	$10,4686$	$\times RxDO$	$-1,8355$	$\times SCI$	$0,982625417$			0,9841 (14)
$\epsilon_{TEME} = f(D0; S; SCI)$	$\epsilon_{TEME} = 3,47E-25 \times D0$	$-2,2710$	$\times S$	$11,9141$	$\times SCI$	$3,257092329$			0,9835 (15)
$\epsilon_{TEME} = f(S; R)$	$\epsilon_{TEME} = 2,36E-04 \times S$	$1,1125$	$\times R$	$-0,8253$					0,9719 (16)
$\epsilon_{TEME} = f(S; SCI)$	$\epsilon_{TEME} = 9,04E-07 \times S$	$0,8040$	$\times SCI$	$0,8105$					0,9689 (17)
$\epsilon_{TEME} = f(D0; R)$	$\epsilon_{TEME} = 2,64E-03 \times D0$	$0,2049$	$\times R$	$-0,6002$					0,9685 (18)
$\epsilon_{TEME} = f(D0; RxDO)$	$\epsilon_{TEME} = 2,64E-03 \times D0$	$0,8051$	$\times RxDO$	$-0,6002$					0,9685 (19)
$\epsilon_{TEME} = f(R; RxDO)$	$\epsilon_{TEME} = 2,64E-03 \times R$	$-0,8051$	$\times RxDO$	$0,2049$					0,9685 (20)
$\epsilon_{TEME} = f(D0; R; RxDO)$	$\epsilon_{TEME} = 2,64E-03 \times D0$	$0,8051$	$\times R$	$0,0000$	$\times RxDO$	$-0,60016174$			0,9685 (21)
$\epsilon_{TEME} = f(D0; SCI)$	$\epsilon_{TEME} = 1,90E-05 \times D0$	$0,1597$	$\times SCI$	$0,6381$					0,9668 (22)
$\epsilon_{TEME} = f(RxDO; SCI)$	$\epsilon_{TEME} = 5,89E-06 \times RxDO$	$0,1475$	$\times SCI$	$0,7963$					0,9664 (23)
$\epsilon_{TEME} = f(R; SCI)$	$\epsilon_{TEME} = 3,76E-12 \times R$	$1,8969$	$\times SCI$	$2,6748$					0,9607 (24)
$\epsilon_{TEME} = f(D0; S)$	$\epsilon_{TEME} = 1,05E+00 \times D0$	$0,7473$	$\times S$	$-2,8535$					0,9577 (25)
$\epsilon_{TEME} = f(SCI)$	$\epsilon_{TEME} = 3,00E-05 \times SCI$	$0,7988$							0,9287 (26)
$\epsilon_{TEME} = f(R)$	$\epsilon_{TEME} = 2,00E-02 \times R$	$-0,7909$							0,8961 (27)
$\epsilon_{TEME} = f(D0)$	$\epsilon_{TEME} = 2,00E-05 \times D0$	$0,4747$							0,6685 (28)
$\epsilon_{TEME} = f(S; RxDO)$	$\epsilon_{TEME} = 7,90E+24 \times S$	$-30,3919$	$\times RxDO$	$5,9082$					0,6192 (29)
$\epsilon_{TEME} = f(RxDO)$	$\epsilon_{TEME} = 2,00E-05 \times RxDO$	$0,1590$							0,0438 (30)
$\epsilon_{TEME} = f(S)$	$\epsilon_{TEME} = 9,06E+01 \times S$	$0,0331$							0,0176 (31)

Equações de Correlação entre σ_{TEME} e os Parâmetros de Curvatura da Bacia, a partir dos estudos paramétricos em função de D_{OREM} e com carregamento para VBK										
Parâmetros	Equações de correlação							R ²	equação (n°)	
$\sigma_{TEME} = f(D_0; S; RxD_0; SCI)$	$\sigma_{TEME} =$	$0,00E+00 \times D_0$	$\times S$	$\times R$	$\times RxD_0$	$\times SCI$	$121,4756301$	0,9869	(1)	
$\sigma_{TEME} = f(S; R; RxD_0; SCI)$	$\sigma_{TEME} =$	$0,00E+00 \times S$	$\times R$	$\times RxD_0$	$\times SCI$	$121,4756301$		0,9068	(2)	
$\sigma_{TEME} = f(D_0; S; R; SCI)$	$\sigma_{TEME} =$	$0,00E+00 \times D_0$	$\times S$	$\times R$	$\times RxD_0$	$\times SCI$	$121,4756301$	0,9068	(3)	
$\sigma_{TEME} = f(D_0; S; R; RxD_0; SCI)$	$\sigma_{TEME} =$	$0,00E+00 \times D_0$	$\times S$	$\times R$	$\times RxD_0$	$\times SCI$	$121,4756301$	0,9068	(4)	
$\sigma_{TEME} = f(R; RxD_0; SCI)$	$\sigma_{TEME} =$	$6,97E-43 \times R$	$\times RxD_0$	$\times SCI$				0,837	(5)	
$\sigma_{TEME} = f(D_0; R; SCI)$	$\sigma_{TEME} =$	$6,97E-43 \times D_0$	$\times R$	$\times RxD_0$	$\times SCI$			0,837	(6)	
$\sigma_{TEME} = f(D_0; RxD_0; SCI)$	$\sigma_{TEME} =$	$6,97E-43 \times D_0$	$\times RxD_0$	$\times SCI$				0,837	(7)	
$\sigma_{TEME} = f(D_0; R; RxD_0; SCI)$	$\sigma_{TEME} =$	$6,97E-43 \times D_0$	$\times R$	$\times RxD_0$	$\times SCI$			0,837	(8)	
$\sigma_{TEME} = f(S; R; SCI)$	$\sigma_{TEME} =$	$6,68E-26 \times S$	$\times R$	$\times RxD_0$	$\times SCI$			0,8335	(9)	
$\sigma_{TEME} = f(S; RxD_0; SCI)$	$\sigma_{TEME} =$	$5,13E+02 \times S$	$\times RxD_0$	$\times SCI$				0,8253	(10)	
$\sigma_{TEME} = f(D_0; S; R)$	$\sigma_{TEME} =$	$1,87E+05 \times D_0$	$\times S$	$\times R$	$\times RxD_0$	$\times SCI$		0,8244	(11)	
$\sigma_{TEME} = f(D_0; S; RxD_0)$	$\sigma_{TEME} =$	$1,87E+05 \times D_0$	$\times S$	$\times RxD_0$	$\times SCI$			0,8244	(12)	
$\sigma_{TEME} = f(D_0; S; R; RxD_0)$	$\sigma_{TEME} =$	$1,87E+05 \times D_0$	$\times S$	$\times R$	$\times RxD_0$	$\times SCI$		0,8244	(13)	
$\sigma_{TEME} = f(S; R; RxD_0)$	$\sigma_{TEME} =$	$1,87E+05 \times S$	$\times R$	$\times RxD_0$	$\times SCI$			0,8244	(14)	
$\sigma_{TEME} = f(D_0; S; SCI)$	$\sigma_{TEME} =$	$5,65E+05 \times D_0$	$\times S$	$\times R$	$\times RxD_0$	$\times SCI$		0,8238	(15)	
$\sigma_{TEME} = f(D_0; S)$	$\sigma_{TEME} =$	$1,14E+03 \times D_0$	$\times S$	$\times R$	$\times RxD_0$	$\times SCI$		0,8234	(16)	
$\sigma_{TEME} = f(RxD_0; SCI)$	$\sigma_{TEME} =$	$5,79E-02 \times RxD_0$	$\times RxD_0$	$\times SCI$				0,8226	(17)	
$\sigma_{TEME} = f(D_0; SCI)$	$\sigma_{TEME} =$	$3,39E-01 \times D_0$	$\times SCI$	$\times R$	$\times RxD_0$	$\times SCI$		0,822	(18)	
$\sigma_{TEME} = f(D_0; RxD_0)$	$\sigma_{TEME} =$	$1,19E+01 \times D_0$	$\times RxD_0$	$\times R$	$\times RxD_0$	$\times SCI$		0,8209	(19)	
$\sigma_{TEME} = f(D_0; R; RxD_0)$	$\sigma_{TEME} =$	$1,19E+01 \times D_0$	$\times R$	$\times RxD_0$	$\times SCI$			0,8209	(20)	
$\sigma_{TEME} = f(D_0; R)$	$\sigma_{TEME} =$	$1,19E+01 \times D_0$	$\times R$	$\times RxD_0$	$\times SCI$			0,8209	(21)	
$\sigma_{TEME} = f(R; RxD_0)$	$\sigma_{TEME} =$	$1,19E+01 \times R$	$\times RxD_0$	$\times R$	$\times RxD_0$	$\times SCI$		0,8209	(22)	
$\sigma_{TEME} = f(S; SCI)$	$\sigma_{TEME} =$	$4,59E-03 \times S$	$\times SCI$	$\times R$	$\times RxD_0$	$\times SCI$		0,8209	(23)	
$\sigma_{TEME} = f(R; SCI)$	$\sigma_{TEME} =$	$2,65E-12 \times R$	$\times SCI$	$\times R$	$\times RxD_0$	$\times SCI$		0,8209	(24)	
$\sigma_{TEME} = f(S; R)$	$\sigma_{TEME} =$	$6,21E-01 \times S$	$\times R$	$\times RxD_0$	$\times SCI$			0,8184	(25)	
$\sigma_{TEME} = f(SCI)$	$\sigma_{TEME} =$	$5,38E-01 \times SCI$						0,7388	(26)	
$\sigma_{TEME} = f(R)$	$\sigma_{TEME} =$	$1,65E+02 \times R$						0,6942	(27)	
$\sigma_{TEME} = f(S; RxD_0)$	$\sigma_{TEME} =$	$2,71E+28 \times S$	$\times RxD_0$					0,6724	(28)	
$\sigma_{TEME} = f(D_0)$	$\sigma_{TEME} =$	$3,13E-01 \times D_0$						0,6569	(29)	
$\sigma_{TEME} = f(RxD_0)$	$\sigma_{TEME} =$	$1,60E-01 \times RxD_0$						0,0918	(30)	
$\sigma_{TEME} = f(S)$	$\sigma_{TEME} =$	$4,03E-02 \times S$						0,0508	(31)	

Equações de Correlação entre ϵ_{vREM} e os Parâmetros de Curvatura da Bacia, a partir dos estudos paramétricos em função de D_{OREM} e com carregamento para VBK									
Parâmetros	Equações de correlação							R ²	equação (n°)
$evREM = f(D0; S; R; SCI)$	$evREM = 1,54E+42 \times D0$	2,5161	$\times S$	-7,0842	$\times R$	-9,83462165	$\times SCI$	0,9989	-11,4290433 (1)
$evREM = f(S; R; RxDO; SCI)$	$evREM = 1,54E+42 \times S$	-7,0842	$\times R$	-12,3507	$\times RxDO$	2,516077384	$\times SCI$	0,9989	-11,4290433 (2)
$evREM = f(D0; S; RxDO; SCI)$	$evREM = 1,54E+42 \times D0$	12,3507	$\times S$	-7,0842	$\times RxDO$	-9,83462165	$\times SCI$	0,9989	-11,4290433 (3)
$evREM = f(D0; S; R; RxDO; SCI)$	$evREM = 1,54E+42 \times D0$	12,3507	$\times S$	-7,0842	$\times R$	0	$\times RxDO$	0,9989	-11,4290433 (4)
$evREM = f(D0; R; SCI)$	$evREM = 8,38E+04 \times D0$	0,3192	$\times R$	-2,6419	$\times SCI$	-2,20356836		0,9985	(5)
$evREM = f(D0; RxDO; SCI)$	$evREM = 8,38E+04 \times D0$	3,1611	$\times RxDO$	-2,6419	$\times SCI$	-2,20356836		0,9985	(6)
$evREM = f(R; RxDO; SCI)$	$evREM = 8,38E+04 \times R$	-3,1611	$\times RxDO$	0,5192	$\times SCI$	-2,20356836		0,9985	(7)
$evREM = f(D0; R; RxDO; SCI)$	$evREM = 8,38E+04 \times D0$	3,1611	$\times R$	0,0000	$\times RxDO$	-2,64188079	$\times SCI$	0,9985	-2,20356836 (8)
$evREM = f(D0; S; R)$	$evREM = 3,15E-04 \times D0$	0,1388	$\times S$	1,1792	$\times R$	-0,8181663		0,9984	(9)
$evREM = f(D0; S; RxDO)$	$evREM = 3,15E-04 \times D0$	0,9569	$\times S$	1,1792	$\times RxDO$	-0,8181663		0,9984	(10)
$evREM = f(S; R; RxDO)$	$evREM = 3,15E-04 \times S$	1,1792	$\times R$	-0,9569	$\times RxDO$	0,138756342		0,9984	(11)
$evREM = f(D0; S; R; RxDO)$	$evREM = 9,06E+00 \times D0$	0,9569	$\times S$	1,1792	$\times R$	0	$\times RxDO$	0,9984	-0,8181663 (12)
$evREM = f(S; R; SCI)$	$evREM = 5,82E-06 \times S$	1,7806	$\times R$	-0,6108	$\times SCI$	0,353438302		0,9983	(13)
$evREM = f(S; R)$	$evREM = 6,57E-05 \times S$	1,9147	$\times R$	-0,9701				0,9983	(14)
$evREM = f(S; RxDO; SCI)$	$evREM = 4,65E-08 \times S$	1,8659	$\times RxDO$	-0,0595	$\times SCI$	0,959707985		0,9983	(15)
$evREM = f(D0; S; SCI)$	$evREM = 3,63E-08 \times D0$	-0,0513	$\times S$	1,8036	$\times SCI$	1,009429078		0,9983	(16)
$evREM = f(S; SCI)$	$evREM = 9,46E-08 \times S$	1,5525	$\times SCI$	0,9541				0,9983	(17)
$evREM = f(D0; R)$	$evREM = 3,90E-03 \times D0$	0,3606	$\times R$	-0,5752				0,9982	(18)
$evREM = f(D0; RxDO)$	$evREM = 3,90E-03 \times D0$	0,9358	$\times RxDO$	-0,5752				0,9982	(19)
$evREM = f(R; RxDO)$	$evREM = 3,90E-03 \times R$	-0,9358	$\times RxDO$	0,3606				0,9982	(20)
$evREM = f(D0; R; RxDO)$	$evREM = 3,90E-03 \times D0$	0,9358	$\times R$	0,0000	$\times RxDO$	-0,57519689		0,9982	(21)
$evREM = f(D0; SCI)$	$evREM = 3,55E-05 \times D0$	0,3167	$\times SCI$	0,6129				0,998	(22)
$evREM = f(RxDO; SCI)$	$evREM = 3,22E-06 \times RxDO$	0,2939	$\times SCI$	0,9265				0,9979	(23)
$evREM = f(D0; S)$	$evREM = 1,40E+00 \times D0$	0,8841	$\times S$	-2,7731				0,9965	(24)
$evREM = f(R; SCI)$	$evREM = 1,54E-19 \times R$	4,0601	$\times SCI$	4,9369				0,9952	(25)
$evREM = f(SCI)$	$evREM = 7,00E-05 \times SCI$	0,9315						0,8922	(26)
$evREM = f(R)$	$evREM = 1,37E-01 \times R$	-0,9110						0,8398	(27)
$evREM = f(D0)$	$evREM = 3,00E-05 \times D0$	0,6192						0,8036	(28)
$evREM = f(S; RxDO)$	$evREM = 1,49E+32 \times S$	-38,0416	$\times RxDO$	7,5035				0,7524	(29)
$evREM = f(RxDO)$	$evREM = 1,00E-05 \times RxDO$	0,3073						0,1155	(30)
$evREM = f(S)$	$evREM = 2,00E-06 \times S$	1,2296						0,0668	(31)

Levantamento Deflectométrico com FWD - Topo da Estrutura Primitiva (ESTÁGIO 0)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Estrutura Primitiva

Data: 29/06/2010

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
171,000	2100	40,6	28,1	20,5	11,6	7,4	4,0	2,9	9	20	seção de avaliação onde está prevista RECONSTRUÇÃO
171,000	4100	61,7	47,0	35,9	23,3	15,5	7,9	5,9	9	20	seção de avaliação onde está prevista RECONSTRUÇÃO
171,000	6500	85,2	68,4	53,8	37,7	26,4	13,5	9,9	9	20	seção de avaliação onde está prevista RECONSTRUÇÃO
170,980	2100	22,6	17,7	15,0	11,5	9,3	5,7	3,7	9	20	seção de avaliação onde está prevista RECONSTRUÇÃO
170,980	4100	43,5	35,2	30,0	23,7	19,1	11,4	7,9	9	20	seção de avaliação onde está prevista RECONSTRUÇÃO
170,980	6500	65,7	54,0	46,6	38,1	31,2	18,9	13,3	9	20	seção de avaliação onde está prevista RECONSTRUÇÃO
170,960	2100	19,6	16,4	13,8	10,6	8,8	5,4	3,5	9	20	seção de avaliação onde está prevista RECONSTRUÇÃO
170,960	4100	39,9	33,8	28,8	22,5	18,6	10,6	7,1	9	20	seção de avaliação onde está prevista RECONSTRUÇÃO
170,960	6500	62,8	53,2	45,8	37,1	30,6	17,6	11,8	9	20	seção de avaliação onde está prevista RECONSTRUÇÃO
170,940	2100	16,3	13,4	11,2	8,6	6,9	3,9	2,9	9	20	seção de avaliação onde está prevista RECONSTRUÇÃO
170,940	4100	33,3	27,8	23,5	18,3	14,7	8,6	6,0	9	20	seção de avaliação onde está prevista RECONSTRUÇÃO
170,940	6500	52,4	44,1	37,7	30,3	24,4	14,3	10,0	9	20	seção de avaliação onde está prevista RECONSTRUÇÃO
170,920	2100	33,6	22,2	18,3	13,7	10,7	5,8	3,8	9	20	seção de avaliação onde está prevista RECONSTRUÇÃO
170,920	4100	57,1	42,7	35,5	27,3	21,8	11,8	7,6	9	20	seção de avaliação onde está prevista RECONSTRUÇÃO
170,920	6500	81,9	63,8	53,9	42,7	34,4	19,3	12,9	9	20	seção de avaliação onde está prevista RECONSTRUÇÃO
170,900	2100	8,9	7,5	6,8	6,1	5,2	3,3	2,9	9	20	seção de avaliação onde está prevista RECONSTRUÇÃO
170,900	4100	16,8	14,7	13,3	11,5	10,1	7,0	5,4	9	20	seção de avaliação onde está prevista RECONSTRUÇÃO
170,900	6500	27,3	24,0	21,7	19,1	17,0	11,7	8,9	9	20	seção de avaliação onde está prevista RECONSTRUÇÃO
170,880	2100	14,4	11,5	9,6	7,2	6,0	3,7	2,7	10	20	seção de avaliação onde está prevista RECONSTRUÇÃO
170,880	4100	31,3	25,0	20,9	16,3	13,0	7,9	5,5	10	20	seção de avaliação onde está prevista RECONSTRUÇÃO
170,880	6500	50,4	40,8	34,4	27,5	22,1	13,2	9,3	10	20	seção de avaliação onde está prevista RECONSTRUÇÃO
170,860	2100	30,9	24,8	18,0	12,0	9,7	6,8	3,4	10	20	seção de avaliação onde está prevista RECONSTRUÇÃO
170,860	4100	54,8	45,5	35,4	24,9	20,1	12,1	7,4	10	20	seção de avaliação onde está prevista RECONSTRUÇÃO
170,860	6500	76,6	64,9	51,9	38,5	30,8	18,8	11,5	10	20	seção de avaliação onde está prevista RECONSTRUÇÃO
170,840	2100	13,7	12,1	10,0	7,5	5,6	3,9	2,7	10	20	seção de avaliação onde está prevista RECONSTRUÇÃO
170,840	4100	27,4	24,1	20,3	15,5	11,6	7,3	5,3	10	20	seção de avaliação onde está prevista RECONSTRUÇÃO
170,840	6500	43,0	37,7	32,1	25,8	19,7	12,3	8,8	10	20	seção de avaliação onde está prevista RECONSTRUÇÃO
170,820	2100	18,0	15,1	13,0	10,4	8,2	5,1	3,3	10	20	seção de avaliação onde está prevista RECONSTRUÇÃO
170,820	4100	34,6	29,2	25,8	21,2	17,0	10,1	7,0	10	20	seção de avaliação onde está prevista RECONSTRUÇÃO
170,820	6500	51,9	44,3	39,4	33,4	27,2	16,6	11,7	10	20	seção de avaliação onde está prevista RECONSTRUÇÃO
170,810	2100	12,9	10,9	9,7	7,4	6,3	4,7	2,8	10	20	seção de avaliação onde está prevista RECONSTRUÇÃO
170,810	4100	28,1	23,7	20,8	16,8	13,7	8,6	5,8	10	20	seção de avaliação onde está prevista RECONSTRUÇÃO
170,810	6500	45,1	38,2	33,6	27,5	22,6	14,0	9,4	10	20	seção de avaliação onde está prevista RECONSTRUÇÃO
170,800	2100	30,5	26,6	22,7	16,9	12,1	5,1	3,3	10	20	seção de avaliação onde está prevista RECONSTRUÇÃO
170,800	4100	33,6	29,5	25,3	19,5	14,6	7,5	5,0	10	20	seção de avaliação onde está prevista RECONSTRUÇÃO

Levantamento Deflectométrico com FWD - Topo da Estrutura Primitiva (ESTÁGIO 0)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Estrutura Primitiva

Data: 29/06/2010

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
170,800	6500	40,9	35,6	30,3	24,0	18,8	10,9	7,3	10	20	seção de avaliação onde está prevista RECONSTRUÇÃO
170,780	2100	37,4	28,9	23,7	16,6	12,3	5,5	3,2	11	20	seção de avaliação onde está previsto 14cm - EME
170,780	4100	37,8	30,6	25,7	19,5	15,0	8,3	5,5	11	20	seção de avaliação onde está previsto 14cm - EME
170,780	6500	43,0	36,3	31,1	24,6	19,7	11,7	8,5	11	20	seção de avaliação onde está previsto 14cm - EME
170,760	2100	35,0	29,6	25,6	19,2	13,9	6,0	2,4	11	20	seção de avaliação onde está previsto 14cm - EME
170,760	4100	40,9	34,6	30,0	23,1	17,6	8,9	5,0	11	20	seção de avaliação onde está previsto 14cm - EME
170,760	6500	51,3	43,5	37,7	29,4	22,7	13,0	8,1	11	20	seção de avaliação onde está previsto 14cm - EME
170,740	2100	19,3	16,3	13,9	10,5	8,1	3,3	2,6	11	20	seção de avaliação onde está previsto 14cm - EME
170,740	4100	25,9	21,8	18,7	14,4	11,3	6,1	4,1	11	20	seção de avaliação onde está previsto 14cm - EME
170,740	6500	35,6	29,4	25,1	20,3	16,0	9,5	6,2	11	20	seção de avaliação onde está previsto 14cm - EME
170,720	2100	12,9	10,7	9,5	7,0	5,7	2,5	1,9	12	20	seção de avaliação onde está previsto 14cm - EME
170,720	4100	18,7	15,7	13,5	10,8	8,6	5,0	3,4	12	20	seção de avaliação onde está previsto 14cm - EME
170,720	6500	26,3	22,7	19,2	15,3	12,6	7,8	5,0	12	20	seção de avaliação onde está previsto 14cm - EME
170,700	2100	41,2	32,4	27,5	20,6	13,8	4,0	1,2	12	20	seção de avaliação onde está previsto 14cm - EME
170,700	4100	49,1	39,4	32,8	24,2	17,8	8,2	4,3	12	20	seção de avaliação onde está previsto 14cm - EME
170,700	6500	55,9	44,8	37,6	27,6	20,8	10,6	5,7	12	20	seção de avaliação onde está previsto 14cm - EME
170,690	2100	12,4	10,5	9,3	7,2	5,8	3,5	2,1	10	20	seção de avaliação onde está previsto 14cm - EME
170,690	4100	25,6	21,9	19,2	15,3	12,2	7,2	4,2	10	20	seção de avaliação onde está previsto 14cm - EME
170,690	6500	41,0	35,2	30,8	25,0	20,0	12,0	7,0	10	20	seção de avaliação onde está previsto 14cm - EME
170,680	2100	17,0	13,2	10,6	7,5	5,4	2,5	1,3	11	20	seção de avaliação onde está previsto 14cm - EME
170,680	4100	34,9	27,7	22,6	16,8	12,1	5,6	2,7	11	20	seção de avaliação onde está previsto 14cm - EME
170,680	6500	52,5	42,2	34,9	26,3	19,5	9,2	4,6	11	20	seção de avaliação onde está previsto 14cm - EME
170,660	2100	16,5	12,8	10,0	6,8	4,7	2,1	1,1	10	20	seção de avaliação onde está previsto 14cm - EME
170,660	4100	33,2	26,1	20,7	14,8	10,3	4,4	2,2	10	20	seção de avaliação onde está previsto 14cm - EME
170,660	6500	50,6	40,1	32,3	23,8	17,0	7,6	3,7	10	20	seção de avaliação onde está previsto 14cm - EME
170,640	2100	14,5	12,2	10,1	7,2	5,4	2,6	1,4	10	20	seção de avaliação onde está previsto 14cm - EME
170,640	4100	30,2	25,7	21,6	16,2	12,3	5,9	3,0	10	20	seção de avaliação onde está previsto 14cm - EME
170,640	6500	46,8	40,0	33,9	26,3	20,3	9,9	5,2	10	20	seção de avaliação onde está previsto 14cm - EME
170,620	2100	16,5	13,3	11,0	7,9	6,0	3,0	1,5	10	20	seção de avaliação onde está previsto 14cm - EME
170,620	4100	34,5	28,3	23,8	17,8	13,3	6,4	3,4	10	20	seção de avaliação onde está previsto 14cm - EME
170,620	6500	53,3	43,9	37,1	28,6	21,9	10,7	5,8	10	20	seção de avaliação onde está previsto 14cm - EME
170,600	2100	28,3	19,8	14,7	8,2	5,8	2,1	0,8	10	20	seção de avaliação onde está previsto 14cm - EME
170,600	4100	50,0	37,4	28,5	17,5	12,4	4,4	1,5	10	20	seção de avaliação onde está previsto 14cm - EME
170,600	6500	71,2	54,9	42,8	28,4	20,4	7,6	2,5	10	20	seção de avaliação onde está previsto 14cm - EME
170,580	2100	28,8	20,7	15,8	9,0	5,7	2,2	0,8	10	20	seção de avaliação onde está previsto 11cm - EME

Levantamento Deflectométrico com FWD - Topo da Estrutura Primitiva (ESTÁGIO 0)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Estrutura Primitiva

Data: 29/06/2010

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
170,580	4100	51,6	40,5	31,8	20,5	13,2	5,0	1,9	10	20	seção de avaliação onde está previsto 11cm - EME
170,580	6500	74,8	60,8	49,1	34,1	22,9	8,8	3,5	10	20	seção de avaliação onde está previsto 11cm - EME
170,560	2100	28,5	19,0	13,5	8,6	5,5	2,9	1,5	10	20	seção de avaliação onde está previsto 11cm - EME
170,560	4100	50,4	38,2	28,7	20,4	13,4	6,9	3,6	10	20	seção de avaliação onde está previsto 11cm - EME
170,560	6500	72,6	57,9	45,0	33,8	23,0	12,1	6,5	10	20	seção de avaliação onde está previsto 11cm - EME
170,540	2100	24,8	16,4	12,1	7,8	5,7	2,7	1,4	10	20	seção de avaliação onde está previsto 11cm - EME
170,540	4100	43,6	32,3	24,9	17,4	12,5	5,8	2,9	10	20	seção de avaliação onde está previsto 11cm - EME
170,540	6500	63,1	48,8	39,0	28,4	21,0	10,2	5,4	10	20	seção de avaliação onde está previsto 11cm - EME
170,520	2100	20,1	16,5	12,0	7,7	4,8	1,6	0,8	11	20	seção de avaliação onde está previsto 11cm - EME
170,520	4100	38,4	32,5	24,3	16,4	10,3	3,4	1,6	11	20	seção de avaliação onde está previsto 11cm - EME
170,520	6500	55,7	47,2	36,3	25,4	16,5	5,8	2,5	11	20	seção de avaliação onde está previsto 11cm - EME
170,500	2100	29,2	19,7	13,8	8,0	4,6	1,2	0,4	11	20	seção de avaliação onde está previsto 11cm - EME
170,500	4100	45,0	33,1	24,5	15,2	8,9	2,5	0,7	11	20	seção de avaliação onde está previsto 11cm - EME
170,500	6500	58,8	44,8	34,0	22,1	13,6	4,0	1,3	11	20	seção de avaliação onde está previsto 11cm - EME
170,480	2100	20,0	14,7	11,6	7,7	5,3	2,2	1,0	11	20	seção de avaliação onde está previsto 11cm - EME
170,480	4100	39,8	30,0	24,2	16,9	11,4	4,7	2,2	11	20	seção de avaliação onde está previsto 11cm - EME
170,480	6500	60,7	46,6	38,0	27,6	18,9	8,1	3,8	11	20	seção de avaliação onde está previsto 11cm - EME
170,460	2100	15,0	9,9	7,3	4,6	3,5	1,7	1,0	11	20	seção de avaliação onde está previsto 11cm - EME
170,460	4100	29,0	20,0	15,2	10,6	7,7	3,6	1,9	11	20	seção de avaliação onde está previsto 11cm - EME
170,460	6500	44,0	31,0	24,2	17,4	13,0	6,2	3,4	11	20	seção de avaliação onde está previsto 11cm - EME
170,440	2100	29,8	18,7	13,3	7,8	4,3	1,5	0,8	11	20	seção de avaliação onde está previsto 11cm - EME
170,440	4100	49,6	35,1	26,5	16,1	9,5	3,4	1,7	11	20	seção de avaliação onde está previsto 11cm - EME
170,440	6500	68,2	50,9	39,4	25,3	15,2	5,8	2,7	11	20	seção de avaliação onde está previsto 11cm - EME
170,420	2100	24,2	16,2	12,0	7,9	5,5	2,4	1,2	11	20	seção de avaliação onde está previsto 11cm - EME
170,420	4100	46,5	32,9	25,5	17,4	12,1	5,2	2,4	11	20	seção de avaliação onde está previsto 11cm - EME
170,420	6500	67,0	48,5	38,3	26,9	19,1	8,3	3,8	11	20	seção de avaliação onde está previsto 11cm - EME
170,400	2100	11,1	8,7	7,1	5,1	4,0	1,9	0,9	11	20	seção de avaliação onde está previsto 11cm - EME
170,400	4100	24,2	19,6	16,3	12,3	9,4	4,5	2,3	11	20	seção de avaliação onde está previsto 11cm - EME
170,400	6500	39,3	32,0	26,9	20,7	16,0	7,9	4,0	11	20	seção de avaliação onde está previsto 11cm - EME
170,380	2100	25,2	18,2	13,6	9,2	6,6	2,9	1,4	11	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - EME
170,380	4100	42,7	32,3	25,3	17,9	13,0	5,7	2,8	11	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - EME
170,380	6500	59,3	45,7	36,5	26,9	19,8	9,1	4,5	11	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - EME
170,360	2100	29,1	13,9	10,8	7,1	5,3	2,9	2,1	11	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - EME
170,360	4100	49,0	27,3	21,2	14,5	10,7	5,9	4,1	11	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - EME
170,360	6500	71,8	42,2	33,2	23,2	17,4	9,7	7,0	11	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - EME

Levantamento Deflectométrico com FWD - Topo da Estrutura Primitiva (ESTÁGIO 0)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Estrutura Primitiva

Data: 29/06/2010

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
170,340	2100	18,2	15,2	12,8	9,5	7,5	3,9	2,5	10	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - EME
170,340	4100	36,8	31,2	26,7	20,8	16,2	8,6	5,0	10	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - EME
170,340	6500	56,3	48,1	41,7	33,4	26,4	14,3	8,5	10	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - EME
170,320	2100	27,4	20,5	16,5	11,6	8,5	4,4	2,7	10	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - EME
170,320	4100	51,5	40,0	32,6	23,8	17,6	9,2	5,7	10	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - EME
170,320	6500	73,0	57,4	47,4	36,0	26,9	14,3	8,8	10	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - EME
170,300	2100	21,1	17,0	14,4	11,0	8,9	5,2	3,8	10	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - EME
170,300	4100	41,7	34,1	28,8	21,9	17,2	9,2	6,0	10	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - EME
170,300	6500	64,6	53,2	45,4	35,2	27,7	14,8	9,8	10	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - EME
170,280	2100	26,6	22,7	18,2	13,5	10,2	5,4	3,7	9	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - EME
170,280	4100	48,5	42,2	34,5	26,1	19,7	10,5	6,8	9	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - EME
170,280	6500	72,1	62,7	52,3	41,6	32,0	17,8	12,3	9	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - EME
170,260	2100	18,3	14,3	11,8	8,8	6,9	3,7	2,4	10	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - EME
170,260	4100	37,0	29,5	24,6	19,0	14,4	7,4	4,5	10	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - EME
170,260	6500	58,1	47,4	40,2	31,4	24,7	13,4	8,5	10	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - EME
170,240	2100	26,2	20,2	16,1	10,8	8,0	4,5	3,1	10	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - EME
170,240	4100	48,6	39,2	32,9	23,2	17,1	9,4	6,3	10	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - EME
170,240	6500	72,7	60,3	51,9	38,3	28,5	15,7	10,5	10	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - EME
170,220	2100	15,6	12,3	10,2	7,7	6,4	3,8	2,7	9	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - EME
170,220	4100	33,4	26,3	22,0	17,5	13,8	7,8	5,4	9	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - EME
170,220	6500	52,9	42,3	36,0	28,8	23,1	13,2	9,0	9	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - EME
170,200	2100	26,2	19,6	15,5	10,6	8,1	4,3	2,7	9	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - EME
170,200	4100	51,2	39,9	32,3	23,3	17,3	8,8	5,2	9	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - EME
170,200	6500	76,9	61,0	50,1	37,9	28,5	14,7	8,9	9	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - EME
170,180	2100	15,1	12,6	11,0	9,0	7,6	4,9	3,6	9	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - EME
170,180	4100	31,5	26,9	23,6	19,6	16,4	10,4	7,4	9	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - EME
170,180	6500	50,6	43,3	38,3	32,2	27,2	17,2	12,2	9	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - EME
170,160	2100	11,9	9,5	8,0	6,3	5,4	3,6	2,8	9	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - CAP 30/45
170,160	4100	24,4	19,8	16,9	13,4	11,2	7,4	5,6	9	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - CAP 30/45
170,160	6500	40,3	32,6	28,1	23,3	19,1	12,6	9,8	9	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - CAP 30/45
170,140	2100	7,4	5,9	5,0	3,9	3,5	2,4	1,9	9	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - CAP 30/45
170,140	4100	14,6	11,3	9,7	7,8	6,8	4,6	3,6	9	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - CAP 30/45
170,140	6500	22,2	17,1	14,4	12,0	10,1	6,9	5,2	9	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - CAP 30/45
170,120	2100	13,1	9,9	7,9	5,8	4,6	2,5	1,7	9	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - CAP 30/45
170,120	4100	27,9	21,8	18,0	13,7	10,7	6,0	3,8	9	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - CAP 30/45

Levantamento Deflectométrico com FWD - Topo da Estrutura Primitiva (ESTÁGIO 0)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Estrutura Primitiva

Data: 29/06/2010

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
170,120	6500	43,4	34,6	28,7	22,2	17,5	9,7	6,1	9	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - CAP 30/45
170,100	2100	12,5	9,1	6,6	4,8	3,9	2,2	1,6	9	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - CAP 30/45
170,100	4100	25,0	18,8	14,1	10,4	8,1	4,4	2,9	9	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - CAP 30/45
170,100	6500	39,0	29,8	23,1	17,3	13,9	7,8	5,2	9	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - CAP 30/45
170,080	2100	10,0	7,9	6,6	4,7	3,7	2,1	1,4	9	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - CAP 30/45
170,080	4100	20,6	16,6	13,8	10,4	8,0	4,4	2,6	9	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - CAP 30/45
170,080	6500	32,8	26,4	22,1	17,2	13,4	7,1	4,3	9	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - CAP 30/45
170,060	2100	15,5	11,0	8,3	5,6	4,2	1,9	1,2	10	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - CAP 30/45
170,060	4100	30,0	22,0	17,1	11,9	8,8	4,0	2,4	10	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - CAP 30/45
170,060	6500	44,4	33,1	26,0	18,8	13,9	6,4	3,7	10	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - CAP 30/45
170,040	2100	9,9	7,9	6,5	4,9	4,0	1,8	1,5	10	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - CAP 30/45
170,040	4100	20,9	17,1	14,5	11,4	8,8	5,0	3,1	10	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - CAP 30/45
170,040	6500	34,1	27,9	23,6	18,9	15,0	8,2	5,0	10	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - CAP 30/45
170,020	2100	12,2	10,0	8,3	6,1	5,0	2,9	2,0	10	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - CAP 30/45
170,020	4100	27,0	22,0	18,6	14,4	11,3	6,4	4,1	10	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - CAP 30/45
170,020	6500	44,1	36,5	30,9	24,4	19,5	11,0	7,0	10	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - CAP 30/45
170,000	2100	7,9	6,8	6,0	4,8	4,2	2,8	2,1	9	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - CAP 30/45
170,000	4100	18,6	16,0	14,2	11,9	10,0	6,4	4,5	9	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - CAP 30/45
170,000	6500	31,2	27,1	24,1	20,6	17,4	10,9	7,6	9	20	seção de avaliação onde está previsto 8cm - CAP 30/45

Levantamento Deflectométrico com FWD - Fundo da Caixa Fresada - Topo da Estrutura Remanescente (ESTÁGIO 1)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Fundo da Caixa Fresada (Topo da Estrutura Remanescente)

Data: 30/06/2010 a 13/08/2010

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
170,790	2100	39,2	26,8	18,1	10,5	6,5	3,5	2,6	10	20	data do levantamento: 30/06/2010
170,790	4100	63,1	44,9	32,1	20,1	13,5	6,8	5,0	10	20	data do levantamento: 30/06/2010
170,790	6500	91,6	66,0	48,7	32,2	21,7	11,3	8,5	10	20	data do levantamento: 30/06/2010
170,780	2100	45,2	31,8	21,0	11,4	6,4	3,3	2,7	10	20	data do levantamento: 30/06/2010
170,780	4100	67,4	48,8	34,5	20,6	12,7	6,5	5,1	10	20	data do levantamento: 30/06/2010
170,780	6500	93,8	69,2	50,6	32,6	20,6	10,9	8,2	10	20	data do levantamento: 30/06/2010
170,760	2100	63,2	39,8	24,4	11,3	5,2	3,0	2,7	11	20	data do levantamento: 30/06/2010
170,760	4100	105,7	66,9	43,2	21,7	11,0	5,8	5,4	11	20	data do levantamento: 30/06/2010
170,760	6500	146,7	94,7	63,1	34,4	18,6	9,7	8,9	11	20	data do levantamento: 30/06/2010
170,740	2100	29,4	19,5	13,8	7,8	4,6	2,2	1,7	11	20	data do levantamento: 30/06/2010
170,740	4100	51,4	34,7	24,9	15,2	9,3	4,3	3,3	11	20	data do levantamento: 30/06/2010
170,740	6500	74,9	51,2	37,3	23,6	14,8	6,9	5,3	11	20	data do levantamento: 30/06/2010
170,720	2100	36,5	23,2	16,1	9,3	5,6	2,0	1,3	11	20	data do levantamento: 30/06/2010
170,720	4100	54,1	35,8	25,9	16,0	10,0	4,0	2,6	11	20	data do levantamento: 30/06/2010
170,720	6500	72,9	49,3	36,6	23,6	15,4	6,6	4,2	11	20	data do levantamento: 30/06/2010
170,700	2100	54,4	37,4	25,6	13,4	6,9	2,2	1,4	11	20	data do levantamento: 30/06/2010
170,700	4100	72,5	52,5	37,8	21,7	11,9	4,3	2,7	11	20	data do levantamento: 30/06/2010
170,700	6500	94,4	70,2	52,2	32,1	18,5	7,3	4,6	11	20	data do levantamento: 30/06/2010
170,680	2100	44,2	29,0	19,8	9,7	4,7	1,2	0,7	9	20	data do levantamento: 01/07/2010
170,680	4100	59,9	40,9	29,4	15,6	8,1	2,3	1,4	9	20	data do levantamento: 01/07/2010
170,680	6500	77,0	54,2	39,8	22,2	12,4	3,7	2,3	9	20	data do levantamento: 01/07/2010
170,660	2100	34,9	22,5	14,3	6,6	3,2	1,1	0,7	9	20	data do levantamento: 01/07/2010
170,660	4100	55,3	37,0	25,1	12,8	6,6	2,2	1,3	9	20	data do levantamento: 01/07/2010
170,660	6500	79,1	54,1	37,9	20,8	11,0	3,9	2,4	9	20	data do levantamento: 01/07/2010
170,640	2100	42,7	26,4	17,0	8,6	4,4	1,1	0,6	10	20	data do levantamento: 01/07/2010
170,640	4100	64,4	40,8	28,7	15,9	8,2	2,8	1,4	10	20	data do levantamento: 01/07/2010
170,640	6500	90,4	58,4	42,7	25,1	13,6	4,8	2,5	10	20	data do levantamento: 01/07/2010
170,620	2100	47,2	29,5	17,8	8,5	4,2	1,4	0,9	9	20	data do levantamento: 01/07/2010
170,620	4100	68,0	46,2	30,8	17,0	9,2	3,2	2,0	9	20	data do levantamento: 01/07/2010
170,620	6500	94,5	66,2	46,3	27,6	16,0	6,0	3,7	9	20	data do levantamento: 01/07/2010
170,610	2100	31,5	19,9	13,7	7,0	4,0	1,4	0,7	9	20	data do levantamento: 01/07/2010
170,610	4100	57,1	38,3	27,5	15,7	8,8	3,0	1,5	9	20	data do levantamento: 01/07/2010
170,610	6500	83,0	58,1	42,8	26,0	15,0	5,3	2,6	9	20	data do levantamento: 01/07/2010
170,590	2100	42,6	25,5	17,3	9,2	5,0	1,1	0,5	11	20	data do levantamento: 02/07/2010
170,590	4100	65,0	43,3	31,5	18,6	10,5	3,0	1,0	11	20	data do levantamento: 02/07/2010

Levantamento Deflectométrico com FWD - Fundo da Caixa Fresada - Topo da Estrutura Remanescente (ESTÁGIO 1)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Fundo da Caixa Fresada (Topo da Estrutura Remanescente)

Data: 30/06/2010 a 13/08/2010

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
170,590	6500	88,4	62,0	46,6	29,4	17,3	5,3	1,9	11	20	data do levantamento: 02/07/2010
170,580	2100	44,4	29,2	20,8	12,0	6,9	2,1	0,8	11	20	data do levantamento: 02/07/2010
170,580	4100	68,6	48,7	36,6	23,1	13,9	4,6	1,4	11	20	data do levantamento: 02/07/2010
170,580	6500	95,9	71,0	55,4	37,0	23,4	8,2	2,6	11	20	data do levantamento: 02/07/2010
170,560	2100	40,5	28,8	20,8	11,8	6,9	2,1	0,9	11	20	data do levantamento: 02/07/2010
170,560	4100	72,4	54,4	41,8	26,1	16,0	5,2	2,0	11	20	data do levantamento: 02/07/2010
170,560	6500	105,4	81,4	64,6	42,6	27,3	9,4	3,5	11	20	data do levantamento: 02/07/2010
170,540	2100	42,0	30,2	21,9	12,9	7,7	2,5	1,0	11	20	data do levantamento: 02/07/2010
170,540	4100	65,4	50,1	38,5	25,3	15,8	5,7	2,3	11	20	data do levantamento: 02/07/2010
170,540	6500	90,7	71,7	56,9	39,4	25,5	10,1	4,3	11	20	data do levantamento: 02/07/2010
170,520	2100	42,1	24,0	16,2	7,8	4,1	1,0	0,4	13	20	data do levantamento: 02/07/2010
170,520	4100	56,6	36,6	26,1	13,7	7,4	1,8	0,8	13	20	data do levantamento: 02/07/2010
170,520	6500	73,4	50,4	37,3	20,4	11,6	3,0	1,4	13	20	data do levantamento: 02/07/2010
170,500	2100	30,6	20,3	13,5	6,0	2,8	0,4	0,3	12	20	data do levantamento: 02/07/2010
170,500	4100	47,0	32,4	22,5	10,9	5,3	0,8	0,4	12	20	data do levantamento: 02/07/2010
170,500	6500	63,8	44,8	31,9	16,1	8,0	1,3	0,6	12	20	data do levantamento: 02/07/2010
170,480	2100	41,0	26,8	18,4	9,8	4,7	1,0	0,4	12	20	data do levantamento: 02/07/2010
170,480	4100	58,3	40,1	28,8	16,5	8,6	2,1	0,8	12	20	data do levantamento: 02/07/2010
170,480	6500	76,9	54,5	40,3	24,2	13,4	3,6	1,4	12	20	data do levantamento: 02/07/2010
170,460	2100	20,2	13,8	10,6	6,7	4,1	1,4	0,7	12	20	data do levantamento: 02/07/2010
170,460	4100	35,0	24,6	19,5	13,0	8,2	2,8	1,3	12	20	data do levantamento: 02/07/2010
170,460	6500	49,5	35,6	28,7	19,8	12,9	4,6	2,2	12	20	data do levantamento: 02/07/2010
170,440	2100	37,9	23,3	15,9	8,1	4,4	1,2	0,6	13	20	data do levantamento: 02/07/2010
170,440	4100	62,9	41,3	29,4	16,5	9,0	2,4	1,1	13	20	data do levantamento: 02/07/2010
170,440	6500	88,7	59,9	43,8	25,7	14,3	3,8	1,7	13	20	data do levantamento: 02/07/2010
170,420	2100	52,1	33,1	22,6	11,7	6,0	1,4	0,6	13	20	data do levantamento: 02/07/2010
170,420	4100	70,8	47,2	33,3	18,1	9,8	2,4	1,1	13	20	data do levantamento: 02/07/2010
170,420	6500	89,0	60,8	43,7	24,8	13,6	3,7	1,8	13	20	data do levantamento: 02/07/2010
170,410	2100	17,0	12,1	8,9	5,3	3,2	1,0	0,4	14	20	data do levantamento: 02/07/2010
170,410	4100	31,7	23,4	17,5	11,0	6,7	2,1	0,7	14	20	data do levantamento: 02/07/2010
170,410	6500	46,2	34,2	26,1	16,7	10,5	3,2	1,1	14	20	data do levantamento: 02/07/2010
170,390	2100	32,2	22,0	15,6	9,5	5,4	1,3	0,6	12	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,390	4100	52,2	36,6	27,1	16,9	9,9	3,0	0,9	12	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,390	6500	68,5	49,2	36,9	23,5	14,1	3,9	1,7	12	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,380	2100	32,9	21,5	14,9	8,7	5,1	0,9	0,7	12	20	data do levantamento: 07/07/2010

Levantamento Deflectométrico com FWD - Fundo da Caixa Fresada - Topo da Estrutura Remanescente (ESTÁGIO 1)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Fundo da Caixa Fresada (Topo da Estrutura Remanescente)

Data: 30/06/2010 a 13/08/2010

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
170,380	4100	54,8	37,5	27,1	16,6	10,1	2,3	1,6	12	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,380	6500	70,5	49,7	36,5	23,0	14,5	3,9	2,3	12	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,370	2100	12,3	6,6	4,4	3,1	2,4	0,6	0,5	12	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,370	4100	21,8	12,5	8,8	6,1	4,4	1,7	1,5	12	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,370	6500	31,4	18,9	13,8	9,9	7,4	3,1	2,9	12	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,360	2100	12,6	6,8	5,1	3,9	3,2	1,4	1,3	12	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,360	4100	24,2	14,2	11,2	8,8	7,2	4,1	3,6	12	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,360	6500	35,8	22,2	17,9	14,3	11,7	6,5	5,7	12	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,350	2100	32,0	20,5	14,6	8,4	5,1	1,8	1,2	12	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,350	4100	54,3	36,0	26,3	16,0	9,9	3,6	2,6	12	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,350	6500	74,0	50,0	37,7	24,1	15,6	6,3	4,4	12	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,340	2100	38,6	26,7	20,0	12,0	7,4	2,2	1,9	12	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,340	4100	65,3	47,0	36,8	23,6	15,3	5,7	4,0	12	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,340	6500	87,2	64,9	52,0	35,4	23,9	10,2	6,9	12	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,330	2100	30,5	21,2	16,5	10,4	7,3	2,3	2,0	13	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,330	4100	54,3	38,4	29,9	19,8	13,1	5,4	3,7	13	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,330	6500	73,5	53,4	42,4	29,0	19,8	8,9	6,2	13	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,320	2100	41,2	28,7	21,9	13,6	10,1	2,9	2,3	12	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,320	4100	66,7	48,4	37,4	24,5	16,0	6,0	4,3	12	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,320	6500	89,4	66,2	52,3	36,0	24,7	11,0	7,7	12	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,310	2100	39,2	27,3	19,6	12,7	4,6	2,6	2,5	12	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,310	4100	64,5	47,3	36,2	24,1	15,6	7,0	5,0	12	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,310	6500	87,4	65,6	51,6	36,1	24,3	11,7	8,4	12	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,300	2100	39,9	27,2	19,4	12,1	7,6	2,1	2,0	12	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,300	4100	69,9	50,5	37,5	23,9	14,3	5,4	4,6	12	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,300	6500	99,5	72,7	55,0	36,5	23,2	10,2	8,1	12	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,290	2100	36,2	24,8	18,2	11,3	10,3	3,1	2,9	12	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,290	4100	59,5	44,7	34,2	22,9	15,7	8,3	5,7	12	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,290	6500	84,9	65,8	51,9	36,4	25,9	13,8	10,4	12	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,280	2100	35,7	25,8	19,2	13,2	7,0	3,9	3,3	12	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,280	4100	61,7	46,4	36,8	25,7	18,0	8,8	6,7	12	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,280	6500	86,4	66,4	54,1	39,3	28,4	15,3	11,4	12	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,270	2100	40,4	27,1	19,6	12,4	7,5	3,0	2,9	10	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,270	4100	66,9	48,1	36,7	24,3	16,5	7,2	5,7	10	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,270	6500	93,2	70,3	55,4	38,4	26,8	12,7	9,9	10	20	data do levantamento: 07/07/2010

Levantamento Deflectométrico com FWD - Fundo da Caixa Fresada - Topo da Estrutura Remanescente (ESTÁGIO 1)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Fundo da Caixa Fresada (Topo da Estrutura Remanescente)

Data: 30/06/2010 a 13/08/2010

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
170,260	2100	32,4	22,5	16,9	11,1	8,5	3,4	2,1	10	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,260	4100	55,2	40,8	31,8	21,6	14,7	6,6	4,0	10	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,260	6500	77,8	59,3	47,3	33,8	23,6	10,3	6,5	10	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,250	2100	33,4	23,7	17,1	10,7	7,6	2,7	2,2	11	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,250	4100	56,5	42,6	32,6	21,8	14,7	6,5	4,7	11	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,250	6500	81,9	63,2	49,6	34,7	24,2	11,4	8,0	11	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,240	2100	38,4	26,8	19,9	12,8	8,0	3,9	2,8	11	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,240	4100	66,7	50,1	38,7	26,1	18,0	8,8	5,6	11	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,240	6500	97,0	74,7	59,1	41,2	29,2	15,0	9,6	11	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,230	2100	19,7	14,2	11,1	7,9	5,4	2,6	2,4	11	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,230	4100	39,0	29,1	23,0	16,6	12,4	6,1	5,0	11	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,230	6500	58,6	45,3	36,8	27,3	20,6	10,7	8,4	11	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,220	2100	27,3	18,5	14,6	9,4	6,1	3,5	2,4	10	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,220	4100	53,8	38,2	30,2	20,5	14,2	7,1	4,7	10	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,220	6500	80,6	59,0	47,3	33,1	23,4	12,4	7,9	10	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,210	2100	34,8	23,6	17,4	10,8	6,7	2,6	2,5	10	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,210	4100	61,1	43,9	33,7	21,9	14,7	6,7	5,0	10	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,210	6500	86,3	64,3	51,0	35,0	24,2	11,8	8,4	10	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,200	2100	45,9	31,0	22,3	13,0	7,7	2,8	2,2	11	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,200	4100	76,4	55,3	41,9	26,2	16,3	6,5	4,3	11	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,200	6500	103,3	77,1	59,8	39,3	25,5	10,6	7,4	11	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,190	2100	45,6	31,8	22,9	14,2	10,2	4,3	2,6	10	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,190	4100	76,4	56,7	43,3	28,4	18,9	8,3	5,3	10	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,190	6500	104,8	80,4	63,4	44,4	30,4	14,3	9,1	10	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,180	2100	33,2	23,7	18,4	12,9	8,3	4,0	3,3	10	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,180	4100	60,1	45,8	36,9	26,8	18,9	10,1	6,9	10	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,180	6500	86,9	67,8	55,8	41,8	30,5	16,3	11,6	10	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,170	2100	31,4	22,0	17,6	12,3	9,5	4,5	3,4	10	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,170	4100	59,5	44,4	36,2	26,1	19,3	10,6	7,2	10	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,170	6500	86,5	66,3	55,3	40,9	31,1	17,5	12,0	10	20	data do levantamento: 07/07/2010
170,160	2100	19,8	14,3	11,6	8,6	7,0	3,4	2,5	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,160	4100	40,4	30,2	24,9	19,1	14,4	8,2	4,5	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,160	6500	61,6	47,4	39,8	30,9	23,7	13,3	8,7	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,150	2100	16,9	9,9	7,0	4,9	3,9	2,5	2,5	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,150	4100	31,0	18,9	13,6	9,9	7,8	5,1	4,1	12	20	data do levantamento: 13/08/2010

Levantamento Deflectométrico com FWD - Fundo da Caixa Fresada - Topo da Estrutura Remanescente (ESTÁGIO 1)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Fundo da Caixa Fresada (Topo da Estrutura Remanescente)

Data: 30/06/2010 a 13/08/2010

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
170,150	6500	44,8	28,2	20,6	14,9	12,1	8,4	7,0	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,140	2100	11,8	8,0	6,6	4,8	4,0	2,1	2,1	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,140	4100	21,6	15,0	12,2	9,1	7,3	4,8	3,0	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,140	6500	31,5	22,6	18,4	14,1	11,1	6,8	5,9	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,130	2100	10,9	10,9	6,8	5,5	4,3	2,5	2,4	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,130	4100	21,2	16,0	13,5	10,6	8,3	4,7	2,6	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,130	6500	32,5	24,8	20,9	16,4	13,0	7,9	6,5	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,120	2100	20,0	12,8	9,7	6,6	4,3	2,0	1,8	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,120	4100	38,5	26,1	20,1	14,3	10,2	4,5	2,9	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,120	6500	55,3	38,6	30,6	22,1	16,4	8,1	5,7	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,110	2100	18,2	11,2	8,3	5,5	3,5	1,9	1,9	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,110	4100	33,8	22,0	16,7	11,1	7,7	3,4	3,0	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,110	6500	48,8	33,1	25,9	17,4	12,4	6,6	6,1	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,100	2100	23,8	13,7	10,0	6,4	4,2	1,8	1,8	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,100	4100	42,4	26,2	19,6	12,5	7,8	3,4	1,4	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,100	6500	62,0	39,7	30,3	19,7	12,6	5,3	4,4	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,090	2100	15,1	10,2	7,9	5,2	3,6	1,8	1,8	13	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,090	4100	31,5	22,3	17,4	11,7	8,1	3,6	2,6	13	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,090	6500	45,5	32,8	25,9	17,9	12,4	5,9	5,1	13	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,080	2100	24,2	16,2	11,6	7,6	5,0	1,9	1,9	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,080	4100	47,3	32,6	24,3	15,8	10,2	3,8	2,0	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,080	6500	66,2	46,4	34,9	23,1	15,3	5,5	5,2	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,070	2100	22,4	15,0	11,0	6,9	4,9	1,6	1,6	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,070	4100	40,2	28,0	21,3	13,8	8,8	3,1	1,9	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,070	6500	56,0	40,1	31,0	20,4	13,1	4,6	3,3	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,060	2100	32,1	18,0	12,7	7,5	4,7	1,6	1,2	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,060	4100	50,7	30,3	22,1	13,3	8,2	2,9	1,3	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,060	6500	73,5	45,2	33,3	20,7	12,8	4,8	4,5	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,050	2100	32,4	21,0	15,6	9,8	6,2	2,2	1,7	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,050	4100	55,0	37,5	28,9	18,6	12,1	4,5	1,6	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,050	6500	73,2	50,9	39,7	26,1	17,2	7,0	3,3	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,040	2100	32,1	21,3	16,4	10,9	7,7	2,9	1,3	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,040	4100	59,2	41,4	32,6	22,0	14,9	5,8	2,8	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,040	6500	82,5	58,8	46,9	32,2	22,2	8,6	4,9	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,030	2100	34,8	22,1	16,4	10,4	7,2	3,2	2,5	12	20	data do levantamento: 13/08/2010

Levantamento Deflectométrico com FWD - Fundo da Caixa Fresada - Topo da Estrutura Remanescente (ESTÁGIO 1)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Fundo da Caixa Fresada (Topo da Estrutura Remanescente)

Data: 30/06/2010 a 13/08/2010

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
170,030	4100	59,0	40,1	30,9	20,2	13,5	5,4	3,4	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,030	6500	78,3	54,4	42,7	28,4	19,5	8,8	5,1	12	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,020	2100	27,4	17,5	13,1	8,5	5,9	2,6	1,2	13	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,020	4100	51,3	34,5	26,4	17,9	12,2	6,2	2,2	13	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,020	6500	72,6	49,8	38,5	26,4	18,7	9,1	5,5	13	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,018	2100	22,0	15,6	11,7	7,7	5,1	2,2	2,0	13	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,018	4100	36,8	27,4	21,2	14,3	9,6	4,7	3,5	13	20	data do levantamento: 13/08/2010
170,018	6500	51,0	38,8	30,5	21,2	14,6	7,8	7,8	13	20	data do levantamento: 13/08/2010

Levantamento Deflectométrico com FWD - Topo da Camada de EME (ESTÁGIO 2)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Topo da Camada de EME

Data: 19/08/2010

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
171,000	2100	17,0	13,7	11,5	8,7	6,9	2,8	1,9	13	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
171,000	4100	33,6	27,6	23,2	17,9	13,9	7,8	6,4	13	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
171,000	6500	51,7	43,0	36,4	28,2	22,2	11,0	7,9	13	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,990	2100	9,3	8,1	7,3	6,3	5,5	3,3	1,9	13	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,990	4100	17,1	14,8	13,5	11,7	10,0	7,3	5,2	13	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,990	6500	25,3	22,4	20,3	17,5	15,2	11,5	10,2	13	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,980	2100	7,6	6,6	6,2	5,5	4,9	3,0	1,0	14	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,980	4100	14,3	12,5	11,6	10,3	9,1	6,8	5,8	14	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,980	6500	21,6	19,3	17,9	15,7	14,0	10,2	8,8	14	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,970	2100	7,9	7,3	6,7	5,8	5,1	3,0	2,0	14	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,970	4100	14,4	13,0	11,9	10,5	9,2	6,8	5,3	14	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,970	6500	21,9	19,9	18,3	16,0	14,2	9,7	9,3	14	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,960	2100	8,9	7,7	6,9	5,8	5,1	2,8	2,0	14	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,960	4100	16,6	14,6	13,3	11,5	10,0	6,7	6,0	14	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,960	6500	25,0	22,5	20,4	17,8	15,6	10,7	7,8	14	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,950	2100	8,9	7,6	7,1	6,1	5,3	3,0	2,0	14	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,950	4100	16,4	14,3	13,1	11,4	10,0	6,8	3,8	14	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,950	6500	24,2	21,8	20,1	17,5	15,4	10,4	6,9	14	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,940	2100	8,5	7,6	6,9	6,0	5,3	2,9	1,0	14	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,940	4100	15,4	13,8	12,8	11,3	9,9	7,0	5,9	14	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,940	6500	22,8	20,6	19,1	16,7	14,5	10,8	9,4	14	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,930	2100	8,7	7,3	6,7	5,8	5,1	3,2	3,0	14	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,930	4100	15,8	13,4	12,3	10,8	9,4	6,4	5,2	14	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,930	6500	23,5	20,6	18,9	16,5	14,6	10,6	8,9	14	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,920	2100	7,9	6,9	6,4	5,6	4,9	2,5	2,0	14	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,920	4100	14,9	13,1	12,0	10,6	9,4	5,9	5,2	14	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,920	6500	21,7	19,6	18,2	16,2	14,3	9,7	8,5	14	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,909	2100	8,5	7,5	6,9	5,9	5,3	3,2	2,5	15	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,909	4100	15,4	13,6	12,4	10,8	9,5	6,9	5,2	15	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,909	6500	23,5	21,5	19,8	17,1	15,1	10,1	9,9	15	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,900	2100	7,3	6,4	5,8	5,3	4,7	2,7	2,0	15	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,900	4100	13,8	12,6	11,6	10,3	9,1	6,6	5,1	15	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,900	6500	21,0	19,8	18,4	16,5	14,7	10,4	10,1	15	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,890	2100	8,4	7,3	6,6	5,8	4,9	3,5	2,0	15	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,890	4100	15,2	13,7	12,4	10,7	9,3	6,4	5,5	15	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)

Levantamento Deflectométrico com FWD - Topo da Camada de EME (ESTÁGIO 2)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Topo da Camada de EME

Data: 19/08/2010

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
170,890	6500	22,5	20,6	18,8	16,3	14,3	9,9	8,9	15	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,880	2100	7,4	6,5	6,1	5,3	4,7	2,7	1,0	15	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,880	4100	13,5	12,2	11,2	9,9	8,7	6,0	5,0	15	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,880	6500	20,1	18,5	17,2	14,9	13,4	10,2	9,2	15	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,870	2100	7,8	7,0	6,5	5,7	5,1	2,7	1,9	15	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,870	4100	14,8	13,4	12,3	11,1	9,9	6,4	3,8	15	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,870	6500	22,1	20,5	19,1	17,0	15,3	10,8	10,1	15	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,860	2100	7,5	6,4	5,7	5,1	4,6	3,0	2,6	15	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,860	4100	14,0	12,0	11,2	10,0	8,9	6,3	5,0	15	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,860	6500	21,3	18,4	17,2	15,3	13,7	10,2	9,6	15	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,850	2100	8,5	7,4	7,0	6,0	5,4	3,8	2,0	15	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,850	4100	15,5	13,6	12,8	11,4	10,1	7,7	5,6	15	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,850	6500	23,2	21,1	19,5	17,4	15,5	12,2	10,4	15	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,840	2100	8,4	7,6	7,2	6,3	5,6	3,3	2,7	15	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,840	4100	15,0	14,0	12,9	11,6	10,2	7,0	5,5	15	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,840	6500	22,7	20,9	19,5	17,3	15,3	11,7	9,4	15	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,830	2100	8,5	7,6	7,1	6,3	5,7	2,9	1,0	15	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,830	4100	14,8	13,4	12,6	11,3	10,2	7,0	5,6	15	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,830	6500	21,9	20,1	19,0	17,1	15,5	11,7	9,5	15	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,820	2100	8,1	7,0	6,4	5,6	5,0	4,0	3,7	15	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,820	4100	15,1	12,7	11,7	10,4	9,2	7,3	5,6	15	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,820	6500	21,9	19,3	17,7	15,7	13,9	11,1	9,7	15	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,810	2100	8,1	6,9	6,4	5,6	5,0	3,7	3,1	15	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,810	4100	15,0	13,2	12,1	10,7	9,5	7,3	4,5	15	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,810	6500	22,1	20,0	18,6	16,5	14,7	11,6	9,9	15	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,800	2100	14,1	11,5	9,7	7,1	5,6	4,4	3,1	15	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,800	4100	27,7	22,7	19,3	14,0	10,9	7,8	5,7	15	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,800	6500	41,9	34,5	29,4	21,6	16,9	12,6	9,8	15	20	RECONSTRUÇÃO (data da exec:13/08/2010)
170,790	2100	11,4	9,4	8,3	6,9	5,7	4,0	3,0	15	20	14cm - EME (data da exec:30/06/2010)
170,790	4100	23,9	20,6	18,2	15,0	12,2	8,3	4,6	15	20	14cm - EME (data da exec:30/06/2010)
170,790	6500	38,2	33,2	29,4	24,0	19,7	13,6	10,3	15	20	14cm - EME (data da exec:30/06/2010)
170,780	2100	10,1	8,7	8,0	6,4	5,4	3,7	2,9	15	20	14cm - EME (data da exec:30/06/2010)
170,780	4100	20,7	18,4	16,7	13,8	11,6	7,8	5,0	15	20	14cm - EME (data da exec:30/06/2010)
170,780	6500	32,9	29,8	26,6	22,6	18,6	12,9	10,5	15	20	14cm - EME (data da exec:30/06/2010)
170,770	2100	12,4	10,8	9,5	7,7	6,3	4,5	3,9	15	20	14cm - EME (data da exec:30/06/2010)

Levantamento Deflectométrico com FWD - Topo da Camada de EME (ESTÁGIO 2)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Topo da Camada de EME

Data: 19/08/2010

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
170,770	4100	24,9	21,5	19,1	15,6	12,6	8,3	5,7	15	20	14cm - EME (data da exec:30/06/2010)
170,770	6500	38,6	33,9	30,0	24,6	20,0	13,5	10,3	15	20	14cm - EME (data da exec:30/06/2010)
170,760	2100	9,2	7,7	6,8	5,5	4,6	3,3	2,9	15	20	14cm - EME (data da exec:30/06/2010)
170,760	4100	18,9	16,3	14,2	11,8	9,6	6,7	4,5	15	20	14cm - EME (data da exec:30/06/2010)
170,760	6500	29,5	26,0	23,0	18,9	15,8	11,2	9,8	15	20	14cm - EME (data da exec:30/06/2010)
170,750	2100	8,2	7,1	6,4	5,2	4,4	3,1	2,8	16	20	14cm - EME (data da exec:30/06/2010)
170,750	4100	15,6	13,8	12,5	10,5	8,9	6,6	4,3	16	20	14cm - EME (data da exec:30/06/2010)
170,750	6500	23,6	21,2	19,1	16,1	13,7	9,9	9,6	16	20	14cm - EME (data da exec:30/06/2010)
170,741	2100	9,9	8,2	7,2	5,8	4,8	3,1	2,7	16	20	14cm - EME (data da exec:30/06/2010)
170,741	4100	20,7	17,4	15,2	12,2	9,9	6,2	4,5	16	20	14cm - EME (data da exec:30/06/2010)
170,741	6500	32,3	27,5	24,1	19,5	15,6	10,2	9,7	16	20	14cm - EME (data da exec:30/06/2010)
170,730	2100	7,2	5,9	5,2	4,1	3,6	2,3	1,0	16	20	14cm - EME (data da exec:30/06/2010)
170,730	4100	15,0	12,6	11,0	8,9	7,2	4,7	2,7	16	20	14cm - EME (data da exec:30/06/2010)
170,730	6500	24,1	20,6	18,2	14,6	12,1	8,0	6,0	16	20	14cm - EME (data da exec:30/06/2010)
170,720	2100	7,4	6,5	5,7	4,7	4,0	2,6	1,5	16	20	14cm - EME (data da exec:30/06/2010)
170,720	4100	15,4	13,6	12,1	10,0	8,3	5,4	3,1	16	20	14cm - EME (data da exec:30/06/2010)
170,720	6500	24,0	21,5	19,2	16,1	13,3	8,9	6,4	16	20	14cm - EME (data da exec:30/06/2010)
170,710	2100	11,1	9,6	8,4	6,5	5,2	3,0	1,8	16	20	14cm - EME (data da exec:30/06/2010)
170,710	4100	23,9	20,7	18,2	14,6	11,5	7,0	3,7	16	20	14cm - EME (data da exec:30/06/2010)
170,710	6500	37,5	32,9	28,8	23,3	18,3	10,8	7,3	16	20	14cm - EME (data da exec:30/06/2010)
170,700	2100	10,0	8,6	7,7	5,9	4,8	3,0	2,1	17	20	14cm - EME (data da exec:30/06/2010)
170,700	4100	21,7	19,2	17,0	13,6	11,0	6,7	3,6	17	20	14cm - EME (data da exec:30/06/2010)
170,700	6500	34,8	31,5	28,2	22,6	18,4	11,8	6,9	17	20	14cm - EME (data da exec:30/06/2010)
170,690	2100	10,3	8,6	7,3	5,7	4,5	2,6	1,7	17	20	14cm - EME (data da exec:01/07/2010)
170,690	4100	21,8	18,4	16,0	12,5	9,8	5,7	3,2	17	20	14cm - EME (data da exec:01/07/2010)
170,690	6500	34,3	29,5	25,5	20,3	16,0	9,2	6,1	17	20	14cm - EME (data da exec:01/07/2010)
170,680	2100	8,6	7,1	6,2	4,8	3,7	2,1	1,4	17	20	14cm - EME (data da exec:01/07/2010)
170,680	4100	17,6	15,0	13,0	10,1	7,5	4,3	1,8	17	20	14cm - EME (data da exec:01/07/2010)
170,680	6500	28,2	24,3	21,1	16,5	12,5	7,1	4,7	17	20	14cm - EME (data da exec:01/07/2010)
170,670	2100	6,8	5,7	5,0	3,9	3,0	1,9	1,5	17	20	14cm - EME (data da exec:01/07/2010)
170,670	4100	14,2	12,2	10,6	8,5	6,5	4,0	1,9	17	20	14cm - EME (data da exec:01/07/2010)
170,670	6500	22,8	20,2	17,6	14,1	10,9	6,7	4,9	17	20	14cm - EME (data da exec:01/07/2010)
170,660	2100	8,4	6,7	6,0	4,7	3,7	2,2	2,0	17	20	14cm - EME (data da exec:01/07/2010)
170,660	4100	16,6	13,9	12,3	9,8	7,6	4,5	1,8	17	20	14cm - EME (data da exec:01/07/2010)
170,660	6500	26,6	22,7	20,1	16,0	12,5	7,6	5,5	17	20	14cm - EME (data da exec:01/07/2010)

Levantamento Deflectométrico com FWD - Topo da Camada de EME (ESTÁGIO 2)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Topo da Camada de EME

Data: 19/08/2010

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
170,650	2100	10,6	8,8	7,5	5,8	4,4	2,6	1,7	17	20	14cm - EME (data da exec:01/07/2010)
170,650	4100	22,1	18,7	16,1	12,5	9,7	5,6	2,9	17	20	14cm - EME (data da exec:01/07/2010)
170,650	6500	35,1	30,0	26,2	20,2	15,9	9,3	5,7	17	20	14cm - EME (data da exec:01/07/2010)
170,640	2100	11,8	9,8	8,5	6,5	4,9	2,8	1,6	17	20	14cm - EME (data da exec:01/07/2010)
170,640	4100	24,0	20,5	17,6	13,7	10,4	6,0	2,6	17	20	14cm - EME (data da exec:01/07/2010)
170,640	6500	37,0	31,9	27,6	21,8	16,6	9,8	6,2	17	20	14cm - EME (data da exec:01/07/2010)
170,630	2100	9,9	8,3	7,2	5,5	4,3	2,3	2,2	17	20	14cm - EME (data da exec:01/07/2010)
170,630	4100	20,6	17,4	15,2	11,8	9,2	5,3	2,2	17	20	14cm - EME (data da exec:01/07/2010)
170,630	6500	32,5	28,1	24,6	19,6	15,4	9,2	7,9	17	20	14cm - EME (data da exec:01/07/2010)
170,620	2100	11,6	9,5	8,0	5,8	4,4	2,4	1,2	18	20	14cm - EME (data da exec:01/07/2010)
170,620	4100	24,3	20,1	17,1	12,9	9,7	5,3	2,0	18	20	14cm - EME (data da exec:01/07/2010)
170,620	6500	38,9	32,5	27,7	21,4	16,3	9,3	6,7	18	20	14cm - EME (data da exec:01/07/2010)
170,610	2100	13,2	11,2	9,6	7,4	5,6	3,0	2,0	17	20	14cm - EME (data da exec:01/07/2010)
170,610	4100	25,6	22,0	18,9	14,8	11,3	6,3	1,8	17	20	14cm - EME (data da exec:01/07/2010)
170,610	6500	42,0	36,4	31,5	24,8	19,0	10,7	7,2	17	20	14cm - EME (data da exec:01/07/2010)
170,600	2100	11,7	9,6	8,0	5,9	4,2	2,2	1,6	18	20	14cm - EME (data da exec:01/07/2010)
170,600	4100	24,7	20,7	17,4	13,0	9,4	4,9	2,3	18	20	14cm - EME (data da exec:01/07/2010)
170,600	6500	38,7	33,2	27,9	21,2	15,5	8,5	6,2	18	20	14cm - EME (data da exec:01/07/2010)
170,590	2100	15,6	11,9	9,3	6,4	4,3	2,1	0,6	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,590	4100	32,5	25,7	20,5	14,4	9,8	4,9	0,9	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,590	6500	50,1	40,4	32,6	23,5	16,5	8,3	5,6	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,580	2100	11,3	9,0	7,4	5,4	4,0	2,2	1,4	17	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,580	4100	24,5	20,0	16,7	12,7	9,2	5,0	2,0	17	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,580	6500	38,9	32,1	27,1	20,8	15,4	8,9	6,3	17	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,570	2100	9,9	8,2	7,0	5,4	4,1	2,4	1,6	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,570	4100	22,2	18,7	16,3	12,6	9,7	5,7	2,5	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,570	6500	36,1	31,5	27,4	21,5	16,9	10,2	6,9	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,560	2100	10,8	8,9	7,5	5,8	4,3	2,6	1,1	17	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,560	4100	22,5	18,9	16,1	12,5	9,6	6,0	2,4	17	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,560	6500	38,1	33,1	28,6	22,6	17,6	11,2	6,9	17	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,550	2100	11,5	9,1	7,3	5,4	3,9	2,3	1,6	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,550	4100	25,5	20,8	17,2	12,8	9,4	5,4	2,5	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,550	6500	40,6	34,1	28,6	21,7	16,3	9,7	5,0	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,540	2100	9,8	8,2	6,7	5,0	3,8	2,0	1,2	17	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,540	4100	20,6	17,7	14,8	11,2	8,3	4,4	2,3	17	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)

Levantamento Deflectométrico com FWD - Topo da Camada de EME (ESTÁGIO 2)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Topo da Camada de EME

Data: 19/08/2010

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
170,540	6500	32,2	27,8	23,7	18,1	13,3	7,2	4,7	17	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,530	2100	14,0	11,0	8,9	6,5	4,7	2,6	1,6	17	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,530	4100	29,2	23,2	19,0	14,0	10,2	5,6	2,9	17	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,530	6500	44,4	36,3	30,1	22,6	16,7	9,6	5,3	17	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,520	2100	12,1	9,8	8,3	6,1	4,5	2,4	1,4	17	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,520	4100	25,2	20,8	17,7	13,4	9,9	5,3	3,0	17	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,520	6500	39,0	32,5	27,8	21,4	15,9	8,9	5,8	17	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,510	2100	10,9	9,0	7,4	5,5	4,1	2,3	0,8	17	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,510	4100	23,2	19,5	16,3	12,3	9,2	5,2	3,0	17	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,510	6500	36,1	30,7	26,1	19,9	15,1	8,8	5,2	17	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,500	2100	12,5	9,6	7,7	5,4	3,8	1,8	0,8	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,500	4100	25,9	20,5	16,7	11,9	8,4	4,3	2,4	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,500	6500	38,8	31,0	25,5	18,5	13,2	6,9	4,7	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,490	2100	10,2	8,1	6,4	4,6	3,3	1,9	1,1	17	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,490	4100	21,6	17,3	14,0	10,1	7,0	3,8	1,8	17	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,490	6500	33,9	27,6	22,5	16,4	11,6	6,0	4,3	17	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,480	2100	13,4	10,7	8,9	6,6	4,9	2,8	1,7	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,480	4100	27,8	22,8	19,0	14,1	10,5	6,0	3,5	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,480	6500	42,6	35,4	29,5	22,4	16,8	9,8	6,6	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,470	2100	9,0	7,3	6,2	4,9	3,8	2,4	0,9	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,470	4100	19,7	16,1	13,8	10,8	8,4	5,1	3,0	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,470	6500	30,5	25,9	22,3	17,5	13,7	8,4	5,3	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,460	2100	10,6	8,6	7,0	5,1	3,5	2,1	1,1	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,460	4100	22,2	18,1	14,7	10,8	7,6	4,0	2,2	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,460	6500	34,3	28,1	23,2	17,1	12,1	6,1	3,6	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,450	2100	9,4	7,6	6,1	4,7	3,4	2,0	1,6	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,450	4100	20,3	16,5	13,6	10,2	7,4	4,1	3,1	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,450	6500	32,1	26,5	22,1	16,8	12,3	7,0	5,1	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,440	2100	10,0	8,0	6,4	4,6	3,3	2,1	1,2	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,440	4100	21,3	17,3	14,2	10,1	7,2	3,7	2,9	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,440	6500	34,3	28,2	23,4	16,9	12,2	6,0	5,1	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,430	2100	14,9	12,9	10,8	8,0	6,0	3,5	2,8	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,430	4100	30,5	26,5	22,4	17,0	12,5	7,2	4,1	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,430	6500	46,3	40,5	34,5	26,4	19,6	11,8	7,6	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,420	2100	11,2	8,8	7,1	5,1	3,5	1,9	0,7	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)

Levantamento Deflectométrico com FWD - Topo da Camada de EME (ESTÁGIO 2)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Topo da Camada de EME

Data: 19/08/2010

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
170,420	4100	23,9	19,5	15,8	11,4	8,0	4,1	2,3	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,420	6500	37,2	30,7	25,2	18,2	12,9	6,5	4,1	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,410	2100	6,3	4,9	3,9	3,0	2,2	1,4	0,6	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,410	4100	13,4	10,6	8,7	6,5	4,9	2,5	1,1	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,410	6500	20,9	17,0	14,2	10,8	8,2	4,5	3,0	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,400	2100	11,2	8,2	6,5	4,8	3,5	2,2	1,4	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,400	4100	23,3	17,6	14,3	10,6	7,7	4,3	2,8	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,400	6500	35,4	27,3	22,4	16,6	12,2	6,6	4,5	18	20	11cm - EME (data da exec:02/07/2010)
170,390	2100	12,9	9,8	7,4	5,2	3,6	2,0	1,3	18	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,390	4100	27,3	21,3	16,6	11,9	8,3	4,7	3,0	18	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,390	6500	42,2	33,5	26,7	19,3	13,9	8,0	5,7	18	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,380	2100	7,7	5,7	4,6	3,4	2,6	1,8	1,6	18	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,380	4100	14,4	11,2	8,9	6,8	5,1	3,4	1,7	18	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,380	6500	21,9	17,3	14,4	11,1	8,5	5,8	4,9	18	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,370	2100	8,3	6,4	4,6	3,7	2,8	2,1	1,5	18	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,370	4100	11,4	7,9	6,0	4,4	3,4	2,6	2,2	18	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,370	6500	17,4	12,4	9,7	7,0	5,7	4,3	2,9	18	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,360	2100	18,7	14,8	12,2	8,6	6,4	4,0	2,5	18	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,360	4100	36,3	29,5	24,3	17,9	13,4	8,1	5,0	18	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,360	6500	52,8	43,3	36,2	27,0	20,5	12,8	8,4	18	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,350	2100	14,7	11,8	9,4	7,0	5,1	3,1	1,9	18	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,350	4100	30,2	24,3	19,7	14,5	10,6	6,1	3,9	18	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,350	6500	43,9	36,0	29,6	22,0	16,3	9,9	5,9	18	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,340	2100	14,3	11,6	9,5	7,1	5,3	3,5	1,9	18	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,340	4100	29,1	23,9	19,7	15,1	11,5	7,4	4,5	18	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,340	6500	42,8	35,6	30,0	23,3	18,0	12,2	8,1	18	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,330	2100	15,3	12,0	9,8	7,4	5,7	3,7	2,4	18	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,330	4100	31,1	24,9	20,6	15,7	12,1	8,0	5,0	18	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,330	6500	46,1	37,5	31,5	24,3	18,9	12,4	8,4	18	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,320	2100	23,6	18,4	14,8	10,8	7,6	4,8	3,1	18	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,320	4100	46,0	36,7	29,9	22,0	15,9	9,4	6,1	18	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,320	6500	65,0	52,6	43,3	32,4	23,8	14,8	9,1	18	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,310	2100	22,5	17,5	13,9	10,1	7,7	4,9	3,0	19	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,310	4100	47,4	37,5	30,4	22,5	16,8	10,4	6,5	19	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,310	6500	70,9	57,2	46,9	35,0	26,6	16,7	10,0	19	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)

Levantamento Deflectométrico com FWD - Topo da Camada de EME (ESTÁGIO 2)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Topo da Camada de EME

Data: 19/08/2010

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
170,300	2100	20,0	15,8	13,0	9,8	7,2	5,0	3,1	19	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,300	4100	40,2	32,3	26,8	20,1	15,1	9,9	6,5	19	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,300	6500	59,4	48,1	40,2	30,8	23,2	15,6	10,2	19	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,290	2100	22,6	17,5	14,1	10,3	7,5	4,7	4,3	18	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,290	4100	43,7	34,5	28,4	20,8	15,5	10,0	8,4	18	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,290	6500	61,7	49,9	41,7	31,3	23,9	15,7	13,9	18	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,280	2100	18,3	14,7	12,1	9,2	7,3	5,1	3,3	18	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,280	4100	36,6	30,0	25,0	19,4	15,2	10,5	7,8	18	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,280	6500	53,4	44,8	38,0	30,1	23,7	17,2	12,5	18	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,270	2100	16,2	12,7	10,3	7,8	5,7	4,0	2,4	19	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,270	4100	33,2	26,8	21,9	16,2	12,1	7,8	5,5	19	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,270	6500	50,1	40,9	33,9	25,7	19,2	12,9	8,9	19	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,260	2100	15,7	12,3	10,2	7,7	5,9	3,9	2,9	19	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,260	4100	31,2	25,0	20,9	16,0	12,1	8,0	5,5	19	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,260	6500	45,6	37,5	31,8	24,7	18,8	12,5	8,2	19	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,250	2100	20,4	15,7	12,5	9,0	6,6	4,0	3,0	20	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,250	4100	39,4	31,4	25,5	18,8	13,7	8,5	5,3	20	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,250	6500	57,3	46,3	38,1	28,8	21,3	13,4	8,1	20	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,240	2100	15,3	12,2	9,9	7,6	6,1	4,4	3,1	21	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,240	4100	31,1	25,0	20,9	16,3	12,6	8,9	6,4	21	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,240	6500	47,0	38,8	33,0	26,0	20,6	14,9	9,7	21	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,230	2100	12,4	9,7	8,1	6,4	5,1	3,8	2,8	19	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,230	4100	24,9	19,8	16,6	13,0	10,3	7,5	5,2	19	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,230	6500	37,6	30,7	26,0	20,6	16,6	12,0	7,2	19	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,220	2100	18,7	14,2	11,2	8,1	5,9	3,8	2,5	20	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,220	4100	36,9	28,8	23,3	17,0	12,3	7,7	5,0	20	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,220	6500	55,1	44,0	36,3	27,0	20,0	12,9	8,8	20	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,210	2100	18,7	14,4	11,7	8,5	6,5	4,4	2,9	20	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,210	4100	36,3	28,8	23,7	17,6	13,2	8,6	5,3	20	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,210	6500	52,5	42,3	35,3	26,6	20,2	13,4	8,5	20	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,200	2100	17,6	14,2	11,7	8,8	6,6	4,4	2,6	20	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,200	4100	36,6	30,3	25,1	19,1	14,4	9,1	5,5	20	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,200	6500	54,3	45,7	38,6	29,9	22,8	15,2	10,2	20	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,190	2100	18,7	14,8	12,1	8,9	6,6	4,4	2,5	20	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,190	4100	38,8	31,7	26,2	19,7	14,7	9,5	6,0	20	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)

Levantamento Deflectométrico com FWD - Topo da Camada de EME (ESTÁGIO 2)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Topo da Camada de EME

Data: 19/08/2010

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
170,190	6500	56,9	47,3	39,5	30,3	22,8	15,0	10,2	20	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,180	2100	13,9	11,2	9,4	7,9	6,6	5,1	3,6	20	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,180	4100	28,9	23,8	20,5	16,9	13,9	10,5	7,3	20	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,180	6500	44,2	37,2	32,8	26,9	22,5	17,6	10,9	20	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,170	2100	12,9	10,8	9,3	7,5	6,1	4,7	4,0	19	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,170	4100	27,0	23,2	20,2	16,2	13,2	9,9	8,2	19	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,170	6500	41,6	36,1	31,8	25,8	21,2	15,8	12,6	19	20	8cm - EME (data da exec:07/07/2010)
170,160	2100	11,7	8,9	7,4	5,9	4,7	3,8	3,2	19	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,160	4100	24,4	19,0	16,2	12,9	10,4	8,0	6,2	19	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,160	6500	37,4	29,9	25,8	20,6	16,8	13,0	10,1	19	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,150	2100	8,7	6,3	4,9	3,9	3,2	2,6	2,4	20	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,150	4100	16,5	12,4	9,8	7,5	6,1	5,0	3,8	20	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,150	6500	24,5	18,5	15,0	11,4	9,4	7,7	6,4	20	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,140	2100	6,6	5,2	4,4	3,7	3,1	2,6	1,9	20	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,140	4100	12,2	9,7	8,2	6,8	5,8	4,7	3,4	20	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,140	6500	17,5	14,2	12,1	10,0	8,5	7,1	5,5	20	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,130	2100	7,6	5,4	4,5	3,6	3,0	2,4	1,9	20	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,130	4100	14,1	10,4	8,5	6,9	5,7	4,6	2,9	20	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,130	6500	20,9	15,7	13,1	10,7	8,9	7,2	5,0	20	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,120	2100	8,9	6,8	5,5	4,1	3,3	2,4	1,5	20	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,120	4100	18,6	14,6	11,9	9,1	7,1	5,0	2,9	20	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,120	6500	28,5	22,9	19,0	14,7	11,5	8,0	6,2	20	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,109	2100	8,4	5,9	4,7	3,6	2,7	2,1	1,4	20	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,109	4100	16,9	12,5	9,9	7,5	5,5	3,9	2,1	20	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,109	6500	26,1	19,6	16,0	11,9	8,9	6,4	4,6	20	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,100	2100	12,4	8,4	6,2	4,3	3,0	2,2	1,7	20	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,100	4100	24,5	17,2	13,1	9,1	6,4	4,0	2,7	20	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,100	6500	36,1	26,0	20,1	14,3	10,1	6,4	4,5	20	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,090	2100	8,7	6,4	5,0	3,8	2,8	2,1	1,0	20	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,090	4100	18,0	13,6	11,1	8,2	6,1	3,9	3,0	20	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,090	6500	27,3	21,1	17,4	12,9	9,8	6,4	4,6	20	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,080	2100	11,4	8,4	6,5	4,6	3,5	2,1	1,1	19	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,080	4100	22,8	17,5	13,8	10,1	7,4	4,3	2,7	19	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,080	6500	34,0	26,6	21,3	15,5	11,5	7,1	4,6	19	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,070	2100	10,5	7,4	5,8	4,0	2,9	1,8	1,3	19	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)

Levantamento Deflectométrico com FWD - Topo da Camada de EME (ESTÁGIO 2)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Topo da Camada de EME

Data: 19/08/2010

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
170,070	4100	21,8	16,0	12,6	8,9	6,3	3,8	2,3	19	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,070	6500	32,6	24,2	19,4	13,9	10,0	5,9	4,3	19	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,060	2100	11,3	8,0	6,0	4,2	3,0	2,1	1,5	19	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,060	4100	22,9	16,9	12,9	9,0	6,3	3,7	2,5	19	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,060	6500	34,7	26,0	20,0	14,3	10,0	6,1	4,1	19	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,050	2100	12,5	9,3	7,3	5,3	4,0	2,5	1,3	19	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,050	4100	25,3	19,5	15,5	11,4	8,5	5,0	2,1	19	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,050	6500	37,2	29,2	23,6	17,6	13,2	8,1	4,2	19	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,040	2100	12,6	9,5	7,9	5,9	4,5	3,3	2,2	20	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,040	4100	26,3	20,1	16,8	12,6	9,4	6,5	3,6	20	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,040	6500	39,6	31,0	26,1	19,7	14,9	10,1	5,9	20	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,030	2100	13,6	9,9	7,9	5,7	4,3	2,8	1,5	20	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,030	4100	28,3	21,5	17,3	12,8	9,6	6,1	3,3	20	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,030	6500	41,6	32,4	26,5	19,8	15,0	9,9	5,5	20	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,020	2100	12,3	9,1	7,1	5,2	4,0	2,6	2,1	20	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,020	4100	25,7	19,8	15,9	11,8	9,0	5,8	3,1	20	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)
170,020	6500	38,7	30,8	25,1	18,9	14,8	10,0	8,0	20	20	8cm - CAP 30/45 (data da exec: 13/08/2010)

Levantamento Deflectométrico com FWD - Topo da Camada de Gap-Graded - 1º Levantamento (ESTÁGIO 3)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Topo da Camada de Gap Graded

Data: 19/10/2010

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
171,000	2100	10,7	8,6	7,8	6,5	5,4	4,4	3,1	29	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
171,000	4100	19,9	14,5	13,5	12,6	10,4	9,4	5,2	29	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
171,000	6500	28,6	25,0	21,5	18,5	15,4	14,2	10,7	29	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,990	2100	9,7	7,0	5,9	4,7	3,7	2,4	1,9	31	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,990	4100	16,4	11,8	9,9	8,2	6,5	4,0	3,5	31	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,990	6500	23,7	19,3	14,9	12,2	9,8	6,5	6,0	31	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,980	2100	8,6	6,2	5,5	4,3	3,5	2,0	1,5	31	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,980	4100	14,8	11,0	9,6	7,9	6,5	4,4	3,9	31	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,980	6500	21,4	17,6	13,9	11,6	9,7	6,6	6,1	31	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,970	2100	12,2	9,0	7,8	6,0	5,1	4,1	3,1	33	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,970	4100	21,2	16,0	13,9	11,5	9,4	8,5	7,1	33	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,970	6500	30,7	25,5	20,2	16,8	13,8	11,8	11,6	33	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,960	2100	13,0	9,5	8,1	6,4	5,0	3,8	2,5	31	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,960	4100	22,6	17,0	14,7	12,0	9,4	8,3	6,6	31	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,960	6500	32,2	26,5	20,9	17,0	13,9	11,8	8,8	31	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,950	2100	12,0	8,8	7,5	6,0	4,9	4,0	3,1	32	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,950	4100	21,1	15,3	13,4	11,0	8,9	7,8	7,0	32	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,950	6500	30,2	20,9	19,8	16,4	13,7	13,0	9,4	32	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,940	2100	11,5	8,1	7,0	5,5	4,5	3,1	2,9	32	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,940	4100	20,0	14,3	12,5	10,3	8,5	7,7	6,4	32	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,940	6500	28,4	20,2	18,0	15,1	12,6	11,3	8,3	32	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,930	2100	15,5	10,8	9,5	7,5	6,1	2,8	2,7	31	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,930	4100	27,8	20,1	17,7	14,6	12,5	7,7	7,2	31	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,930	6500	38,7	27,9	24,4	20,2	16,7	10,5	8,9	31	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,920	2100	15,1	11,2	9,6	7,8	6,3	2,7	2,2	31	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,920	4100	28,1	21,2	18,4	15,6	12,8	7,8	6,6	31	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,920	6500	40,3	30,7	27,2	22,9	19,0	12,3	8,6	31	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,910	2100	14,3	10,5	9,0	7,1	5,8	3,7	3,2	31	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,910	4100	24,3	18,0	15,5	12,6	10,2	8,1	6,0	31	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,910	6500	35,1	26,4	22,9	18,7	15,4	12,0	7,9	31	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,900	2100	11,5	8,4	7,6	6,0	4,9	3,4	2,6	30	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,900	4100	20,2	15,3	13,4	11,3	9,4	7,9	6,7	30	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,900	6500	28,8	21,5	18,9	16,0	13,3	12,3	8,2	30	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,890	2100	9,5	6,8	5,8	4,6	3,6	3,4	2,8	31	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,890	4100	16,7	12,0	10,4	8,3	6,7	4,1	3,6	31	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO

Levantamento Deflectométrico com FWD - Topo da Camada de Gap-Graded - 1º Levantamento (ESTÁGIO 3)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Topo da Camada de Gap Graded

Data: 19/10/2010

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
170,890	6500	24,2	17,8	15,3	12,5	10,2	6,3	5,8	31	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,880	2100	11,7	7,8	6,7	5,3	4,5	3,2	2,0	31	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,880	4100	19,8	13,6	11,6	9,5	7,9	6,6	5,9	31	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,880	6500	27,9	18,8	16,3	13,2	11,1	9,5	7,1	31	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,870	2100	11,8	8,0	7,0	5,8	4,8	3,4	2,3	30	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,870	4100	20,4	14,3	12,5	10,5	8,8	7,5	6,1	30	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,870	6500	28,8	20,5	18,0	15,0	12,7	10,5	7,9	30	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,860	2100	12,1	8,8	7,4	6,0	4,9	4,1	2,6	31	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,860	4100	21,3	15,5	13,4	11,1	9,0	8,1	5,5	31	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,860	6500	30,6	22,4	19,6	16,0	13,2	10,7	8,4	31	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,849	2100	11,8	8,6	7,6	6,0	4,8	2,9	2,3	31	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,849	4100	20,9	15,5	13,9	11,4	9,3	7,8	5,3	31	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,849	6500	30,1	22,6	20,1	16,5	13,7	11,0	8,4	31	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,839	2100	11,3	8,2	7,2	6,0	5,1	3,7	3,0	30	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,839	4100	19,9	14,7	13,3	11,1	9,4	8,3	6,2	30	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,839	6500	28,2	21,0	18,9	15,7	13,4	11,5	8,8	30	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,830	2100	11,6	8,2	7,1	5,7	4,7	4,3	3,2	29	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,830	4100	21,1	15,3	13,4	11,3	9,4	7,8	6,3	29	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,830	6500	29,8	21,9	19,2	16,2	13,5	11,6	7,1	29	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,820	2100	8,6	6,1	5,2	4,0	3,2	3,0	2,1	29	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,820	4100	14,6	10,6	9,1	7,3	5,8	3,7	3,2	29	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,820	6500	20,6	15,2	13,0	10,5	8,6	5,5	5,0	29	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,810	2100	8,8	6,4	5,5	4,4	3,6	3,2	2,8	29	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,810	4100	15,0	11,2	9,9	8,0	6,4	4,1	3,6	29	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,810	6500	21,6	16,4	14,3	11,7	9,6	6,0	5,5	29	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,800	2100	15,5	11,3	9,1	6,2	4,4	3,4	1,9	28	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,800	4100	29,8	22,7	18,5	13,1	9,5	7,5	4,2	28	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,800	6500	43,8	35,9	28,0	20,2	15,1	11,9	8,5	28	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,790	2100	11,2	8,0	6,7	5,1	3,9	3,2	2,1	29	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,790	4100	22,9	17,1	14,5	11,3	8,5	8,4	5,1	29	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,790	6500	34,9	23,8	22,9	17,6	13,7	12,4	7,2	29	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,780	2100	12,1	8,7	7,3	5,3	4,0	3,2	2,3	29	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,780	4100	24,3	18,4	15,6	11,5	8,7	6,5	6,0	29	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,780	6500	36,7	25,4	23,9	18,0	13,5	11,5	8,1	29	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,770	2100	16,3	12,3	10,3	7,6	5,6	3,9	2,7	28	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME

Levantamento Deflectométrico com FWD - Topo da Camada de Gap-Graded - 1º Levantamento (ESTÁGIO 3)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Topo da Camada de Gap Graded

Data: 19/10/2010

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
170,770	4100	30,8	24,0	20,3	15,2	11,2	9,5	5,6	28	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,770	6500	43,7	36,7	29,7	22,7	17,0	14,3	8,7	28	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,760	2100	11,2	7,9	6,3	4,4	3,4	2,8	2,4	28	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,760	4100	22,1	16,3	13,3	9,4	6,8	6,1	3,6	28	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,760	6500	33,6	25,1	20,7	14,6	10,7	8,6	6,8	28	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,750	2100	10,0	6,9	5,8	4,3	3,4	2,7	2,0	28	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,750	4100	17,9	12,9	10,8	8,3	6,4	6,1	4,0	28	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,750	6500	26,2	19,1	16,1	12,6	9,9	6,7	6,2	28	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,740	2100	16,3	11,8	9,3	6,3	4,2	2,7	1,8	28	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,740	4100	30,3	22,6	18,1	12,3	8,3	6,0	3,4	28	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,740	6500	42,9	34,6	26,3	18,1	12,6	8,5	4,3	28	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,730	2100	10,2	6,9	5,4	3,9	2,9	2,2	1,7	28	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,730	4100	20,5	14,5	11,7	8,4	6,0	4,6	2,8	28	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,730	6500	30,6	22,2	18,2	12,9	9,6	6,9	3,0	28	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,719	2100	16,0	11,6	9,1	6,0	4,0	2,2	1,4	27	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,719	4100	29,7	22,1	17,6	12,1	7,9	5,3	3,9	27	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,719	6500	41,0	27,8	24,9	17,2	11,7	7,8	5,1	27	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,710	2100	15,9	11,6	9,4	6,7	4,7	2,9	2,3	28	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,710	4100	29,8	22,6	18,6	13,5	9,4	6,4	2,6	28	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,710	6500	41,8	28,0	26,8	19,6	14,1	9,7	4,0	28	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,700	2100	12,9	9,4	7,8	5,6	4,0	2,7	1,2	28	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,700	4100	26,5	20,2	16,9	12,4	9,1	6,1	2,2	28	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,700	6500	39,2	28,2	25,8	19,4	14,3	9,8	6,4	28	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,690	2100	11,6	8,3	6,6	4,6	3,1	2,0	1,4	29	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,690	4100	22,3	16,5	13,5	9,4	6,4	4,3	3,0	29	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,690	6500	30,2	22,8	18,8	13,4	9,3	6,1	3,6	29	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,680	2100	9,9	6,9	5,5	3,7	2,5	1,4	1,2	30	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,680	4100	19,2	14,1	11,4	7,8	5,2	3,6	2,6	30	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,680	6500	27,1	20,3	16,6	11,7	8,1	4,9	1,8	30	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,670	2100	9,4	6,9	5,5	3,9	2,7	1,6	1,4	28	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,670	4100	18,7	14,2	11,5	8,3	5,7	4,4	3,1	28	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,670	6500	27,9	21,4	17,7	12,8	9,0	6,3	3,5	28	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,660	2100	12,1	9,3	7,4	5,1	3,5	1,9	1,8	31	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,660	4100	23,1	18,1	14,7	10,3	6,9	4,5	1,6	31	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,660	6500	34,2	27,3	22,5	16,1	11,1	7,3	2,5	31	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME

Levantamento Deflectométrico com FWD - Topo da Camada de Gap-Graded - 1º Levantamento (ESTÁGIO 3)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Topo da Camada de Gap Graded

Data: 19/10/2010

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
170,650	2100	12,4	9,2	7,4	5,3	3,7	2,6	1,2	28	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,650	4100	23,9	18,4	15,1	10,7	7,5	5,0	2,6	28	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,650	6500	34,8	27,2	22,6	16,5	11,6	7,9	3,2	28	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,640	2100	13,7	10,4	8,3	5,8	3,9	2,2	1,4	28	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,640	4100	25,1	19,6	15,9	11,6	7,9	5,7	2,8	28	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,640	6500	36,0	28,4	23,5	16,9	12,0	7,3	2,9	28	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,630	2100	13,2	10,2	8,4	5,7	4,1	2,1	1,6	29	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,630	4100	25,4	20,1	17,0	12,2	8,7	6,5	2,8	29	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,630	6500	37,2	29,7	25,3	18,4	13,4	8,6	3,8	29	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,620	2100	19,3	13,9	11,0	7,6	5,2	2,7	1,5	28	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,620	4100	35,8	26,7	21,6	15,0	10,4	6,0	3,8	28	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,620	6500	50,9	41,3	31,7	22,5	16,3	9,8	4,7	28	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,610	2100	16,9	12,8	10,3	6,9	4,6	2,0	1,6	28	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,610	4100	31,0	24,3	20,0	14,2	9,8	5,7	3,0	28	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,610	6500	44,5	31,8	29,3	21,6	15,1	8,6	3,7	28	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,600	2100	21,2	14,4	10,7	6,6	4,2	1,9	1,8	27	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,600	4100	39,3	27,7	21,1	13,8	8,7	5,0	2,5	27	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,600	6500	55,1	32,6	30,7	20,3	13,2	6,8	2,8	27	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,590	2100	21,2	14,9	11,6	7,4	4,9	2,6	1,5	27	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,590	4100	40,8	30,5	24,1	16,4	11,1	6,4	3,8	27	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,590	6500	58,2	34,6	29,9	25,2	17,5	9,9	4,2	27	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,580	2100	15,3	11,2	8,7	5,6	3,9	1,9	1,1	27	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,580	4100	31,1	23,2	18,6	12,9	8,7	5,3	3,0	27	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,580	6500	45,6	33,4	28,2	19,6	13,7	7,9	3,5	27	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,569	2100	14,1	10,5	8,5	6,0	4,3	2,6	2,3	28	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,569	4100	28,0	21,8	18,0	13,0	9,4	6,7	2,6	28	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,569	6500	44,5	33,3	29,6	21,7	16,1	10,3	4,8	28	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,559	2100	16,5	12,4	9,9	6,7	4,6	2,5	1,1	29	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,559	4100	33,8	26,5	21,8	15,3	10,6	6,8	3,1	29	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,559	6500	49,8	34,0	29,1	24,1	17,1	10,5	6,7	29	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,549	2100	23,3	16,1	12,0	7,7	4,8	2,3	2,2	29	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,549	4100	43,4	31,7	24,6	16,6	10,7	5,5	2,4	29	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,549	6500	60,7	48,4	36,2	25,3	16,9	8,9	3,6	29	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,540	2100	13,8	10,4	8,1	5,5	3,6	1,8	1,2	28	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,540	4100	26,6	20,4	16,5	11,8	7,9	4,9	3,3	28	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME

Levantamento Deflectométrico com FWD - Topo da Camada de Gap-Graded - 1º Levantamento (ESTÁGIO 3)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Topo da Camada de Gap Graded

Data: 19/10/2010

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
170,540	6500	39,2	30,8	25,4	18,4	12,8	7,1	1,9	28	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,530	2100	18,0	12,3	9,4	5,9	3,7	1,8	1,3	28	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,530	4100	32,0	22,8	18,1	12,2	7,9	4,3	2,5	28	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,530	6500	45,2	33,5	27,1	18,9	12,7	6,7	3,5	28	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,520	2100	15,3	11,7	9,3	6,5	4,4	2,5	1,7	27	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,520	4100	29,7	23,3	18,9	13,6	9,6	5,9	3,0	27	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,520	6500	42,8	34,2	28,2	20,7	14,9	9,4	4,4	27	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,509	2100	13,3	9,6	7,6	5,0	3,4	1,7	1,5	28	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,509	4100	25,0	18,9	15,5	10,5	7,1	4,4	1,9	28	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,509	6500	35,7	27,2	22,5	15,6	10,8	6,3	2,7	28	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,500	2100	17,8	12,9	10,2	6,5	4,2	2,0	1,7	28	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,500	4100	33,0	24,5	19,5	13,0	8,5	4,3	2,1	28	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,500	6500	45,2	32,8	27,3	18,6	12,2	5,9	3,6	28	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,490	2100	14,3	10,3	8,1	5,2	3,3	1,7	1,6	28	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,490	4100	27,6	20,3	15,9	10,7	7,1	4,4	1,7	28	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,490	6500	38,6	28,6	22,9	15,7	10,5	6,3	2,7	28	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,480	2100	21,1	15,8	12,5	8,9	6,1	3,6	2,0	28	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,480	4100	40,5	31,1	25,4	18,6	13,1	8,4	4,9	28	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,480	6500	56,5	36,9	32,0	27,2	19,7	12,2	7,0	28	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,470	2100	15,0	10,8	8,2	5,5	3,6	1,9	1,0	28	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,470	4100	27,4	20,5	16,1	11,2	7,6	4,6	1,1	28	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,470	6500	37,1	28,0	22,6	16,1	11,2	6,7	4,1	28	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,459	2100	17,4	12,4	9,8	6,9	4,8	2,7	1,8	27	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,459	4100	30,8	22,5	18,2	12,9	9,3	5,7	2,4	27	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,459	6500	43,3	32,2	26,3	18,9	13,8	8,2	4,9	27	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,450	2100	14,2	10,8	8,4	5,5	3,7	1,8	1,2	26	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,450	4100	27,9	21,8	17,5	12,2	8,2	3,8	1,5	26	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,450	6500	40,5	32,1	26,2	18,5	12,8	6,6	3,9	26	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,439	2100	30,8	21,9	16,2	10,0	6,0	2,2	1,6	26	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,439	4100	48,6	35,7	27,0	17,8	11,1	4,9	2,4	26	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,439	6500	63,4	39,9	36,5	24,7	15,9	7,8	3,4	26	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,429	2100	19,4	14,5	11,2	7,4	5,0	2,0	1,2	25	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,429	4100	37,6	28,5	22,7	15,1	10,1	5,3	2,8	25	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,429	6500	52,6	39,2	32,3	21,8	14,6	7,0	3,3	25	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,419	2100	12,2	8,9	6,7	4,3	2,7	1,0	0,8	26	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME

Levantamento Deflectométrico com FWD - Topo da Camada de Gap-Graded - 1º Levantamento (ESTÁGIO 3)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Topo da Camada de Gap Graded

Data: 19/10/2010

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
170,419	4100	22,8	16,9	13,3	8,8	5,6	2,2	1,5	26	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,419	6500	32,5	24,5	19,8	13,5	9,1	4,1	4,0	26	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,409	2100	15,1	10,8	8,2	5,2	3,4	2,0	0,8	25	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,409	4100	30,4	22,8	17,9	12,1	7,9	5,2	2,1	25	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,409	6500	43,5	33,3	26,6	18,2	12,4	6,8	3,2	25	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,400	2100	17,7	12,3	9,3	5,8	3,8	1,8	1,1	24	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,400	4100	32,5	22,9	17,8	11,6	7,6	3,8	2,3	24	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,400	6500	44,4	31,7	25,1	16,8	11,3	5,3	3,2	24	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,389	2100	17,9	12,5	9,1	5,5	3,6	1,9	1,3	25	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,389	4100	33,5	24,8	18,6	11,8	7,8	4,5	3,0	25	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,389	6500	46,4	34,9	26,9	17,5	11,8	6,2	4,8	25	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,380	2100	11,4	6,1	3,8	2,1	1,6	1,4	0,9	26	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,380	4100	18,8	10,7	7,2	4,4	3,1	2,5	2,4	26	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,380	6500	25,5	15,2	10,3	6,7	5,0	4,0	3,2	26	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,370	2100	15,9	7,4	4,8	3,2	2,9	2,2	2,0	25	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,370	4100	27,5	13,6	9,1	6,4	5,4	4,2	3,6	25	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,370	6500	38,3	19,8	14,0	10,2	8,6	6,9	5,9	25	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,358	2100	21,6	13,4	9,6	6,0	3,9	2,6	1,6	26	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,358	4100	37,9	24,6	18,2	11,8	7,9	5,2	2,1	26	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,358	6500	51,5	34,1	25,7	17,5	11,9	7,4	4,7	26	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,347	2100	18,7	12,9	10,0	6,8	4,9	2,9	2,4	25	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,347	4100	34,6	25,1	19,7	14,1	10,4	6,6	4,7	25	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,347	6500	47,6	35,3	28,6	21,3	15,8	11,2	8,2	25	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,337	2100	22,2	15,2	11,6	7,7	5,4	2,7	2,5	24	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,337	4100	39,6	28,7	22,4	15,8	11,0	7,1	4,6	24	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,337	6500	54,9	40,4	32,6	23,6	16,7	11,4	7,6	24	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,319	2100	24,3	17,1	13,3	9,1	6,4	3,5	2,3	25	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,319	4100	44,5	32,6	26,1	18,4	13,3	8,4	4,6	25	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,319	6500	58,1	43,4	35,2	25,7	18,8	12,0	6,2	25	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,309	2100	23,8	16,5	12,8	8,7	6,1	3,1	2,8	24	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,309	4100	46,1	33,4	26,7	18,7	13,3	9,1	5,9	24	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,309	6500	63,3	46,0	38,4	27,9	20,1	13,3	7,8	24	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,299	2100	23,7	16,0	12,6	8,5	6,3	3,8	2,3	24	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,299	4100	43,3	31,4	25,0	17,8	13,2	8,3	6,3	24	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,299	6500	60,8	45,4	37,0	27,2	20,4	13,5	10,4	24	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME

Levantamento Deflectométrico com FWD - Topo da Camada de Gap-Graded - 1º Levantamento (ESTÁGIO 3)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Topo da Camada de Gap Graded

Data: 19/10/2010

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
170,285	2100	24,3	17,4	14,0	9,8	7,4	4,0	3,5	23	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,285	4100	43,6	32,8	26,7	19,6	14,5	10,6	7,2	23	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,285	6500	60,3	45,4	38,9	29,4	22,3	15,2	10,7	23	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,280	2100	23,8	16,6	13,1	9,0	6,7	3,7	3,3	23	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,280	4100	44,6	32,7	26,5	19,2	14,2	10,0	6,4	23	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,280	6500	62,9	46,5	39,4	29,3	22,1	15,0	11,1	23	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,270	2100	21,4	14,9	11,4	7,9	5,9	3,3	1,5	23	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,270	4100	39,7	28,7	22,6	15,2	10,9	6,7	2,2	23	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,270	6500	53,7	40,4	32,6	23,7	17,3	11,1	8,2	23	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,260	2100	21,1	15,1	11,7	8,0	5,8	3,7	0,5	23	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,260	4100	39,3	29,5	23,7	16,5	12,1	8,1	4,1	23	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,260	6500	53,7	41,6	34,2	25,1	18,8	13,0	8,6	23	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,248	2100	21,9	16,1	12,5	8,4	6,1	3,5	2,8	23	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,248	4100	43,2	33,1	26,3	18,5	13,3	8,5	4,9	23	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,248	6500	62,4	48,9	39,9	29,0	21,4	13,4	10,7	23	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,240	2100	15,7	11,9	9,7	7,1	5,6	3,5	3,0	23	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,240	4100	30,4	23,9	20,0	14,8	11,5	8,1	6,0	23	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,240	6500	44,0	35,2	29,7	22,6	17,7	12,5	9,7	23	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,229	2100	22,0	15,6	12,1	8,4	6,0	3,2	2,4	23	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,229	4100	41,5	31,1	24,7	17,4	12,5	8,1	5,7	23	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,229	6500	58,8	45,0	36,6	26,6	19,5	12,7	10,1	23	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,217	2100	22,9	16,8	13,5	9,0	6,4	3,9	1,6	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,217	4100	42,6	32,5	26,4	18,3	13,2	8,4	4,7	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,217	6500	60,0	46,7	38,7	27,9	20,6	13,3	8,1	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,209	2100	24,5	18,7	15,0	10,5	7,3	4,8	2,8	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,209	4100	47,8	37,6	30,6	21,8	15,4	9,1	5,3	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,209	6500	67,4	49,4	44,1	32,6	23,4	13,7	8,1	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,200	2100	26,4	19,6	15,3	10,3	7,2	4,3	3,0	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,200	4100	49,1	37,9	30,3	21,0	14,9	9,5	6,7	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,200	6500	68,7	50,1	44,0	31,6	23,3	14,4	8,3	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,189	2100	17,8	13,6	11,5	8,7	6,9	4,6	3,0	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,189	4100	34,6	27,6	23,7	18,3	14,5	10,1	6,8	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,189	6500	51,3	41,2	35,7	27,8	22,5	15,7	10,0	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,180	2100	18,9	14,0	11,8	8,3	6,5	4,5	3,4	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,180	4100	39,9	31,0	25,9	19,2	15,0	10,2	6,9	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME

Levantamento Deflectométrico com FWD - Topo da Camada de Gap-Graded - 1º Levantamento (ESTÁGIO 3)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Topo da Camada de Gap Graded

Data: 19/10/2010

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
170,180	6500	60,8	48,0	41,1	30,9	24,3	15,7	11,2	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,169	2100	12,5	8,9	7,2	5,6	4,7	3,6	2,9	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,169	4100	24,1	18,0	15,2	12,1	10,1	8,3	6,9	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,169	6500	34,8	26,6	22,7	18,6	15,4	12,2	8,5	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,160	2100	14,6	9,4	6,9	4,6	3,6	3,0	2,9	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,160	4100	25,3	17,1	13,1	9,0	7,0	5,6	3,9	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,160	6500	35,8	25,0	19,6	14,2	11,2	8,4	5,5	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,150	2100	10,4	7,3	5,8	4,3	3,4	2,8	2,4	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,150	4100	18,2	13,2	10,5	8,0	6,4	5,3	3,8	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,150	6500	25,4	18,4	15,0	11,3	9,3	7,8	5,8	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,140	2100	18,1	12,6	9,1	5,7	3,8	2,0	0,5	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,140	4100	32,0	23,4	17,9	11,7	7,9	4,8	3,5	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,140	6500	45,2	34,3	26,6	18,1	12,4	7,2	5,3	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,130	2100	13,9	9,4	7,4	5,0	3,8	2,3	1,5	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,130	4100	27,3	19,8	15,9	11,3	8,2	5,2	2,8	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,130	6500	39,8	29,6	24,2	17,8	13,3	8,3	5,5	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,120	2100	14,9	9,0	6,2	3,9	2,6	1,8	1,2	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,120	4100	27,1	17,6	12,4	8,0	5,3	3,7	2,5	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,120	6500	39,1	26,3	19,5	12,7	8,8	5,3	3,2	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,109	2100	21,0	12,3	8,4	4,7	3,1	1,7	1,2	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,109	4100	37,1	23,6	16,6	10,2	6,5	4,0	1,9	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,109	6500	51,0	33,1	24,3	15,1	10,0	5,7	3,5	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,100	2100	15,1	10,0	7,6	4,9	3,4	2,0	1,5	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,100	4100	27,0	19,1	14,9	10,1	7,0	4,3	2,3	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,100	6500	40,6	29,4	23,3	16,0	11,2	6,8	3,3	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,080	2100	21,0	13,4	9,4	5,4	3,5	3,0	1,9	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,080	4100	37,0	25,0	18,3	11,5	7,2	3,6	2,9	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,080	6500	50,6	35,3	26,6	17,3	11,2	5,1	2,3	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,061	2100	27,7	19,2	13,8	8,4	5,3	2,7	0,5	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,061	4100	48,2	34,1	25,1	16,1	10,1	4,7	2,7	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,061	6500	63,8	46,0	34,4	22,7	14,8	7,1	3,7	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,050	2100	21,4	14,5	10,7	7,1	4,6	3,0	1,1	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,050	4100	40,8	28,9	22,3	14,9	9,9	5,4	3,4	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,050	6500	57,1	41,1	32,5	22,4	15,2	8,5	5,3	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,039	2100	23,1	15,0	11,0	7,1	4,9	2,6	1,3	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45

Levantamento Deflectométrico com FWD - Topo da Camada de Gap-Graded - 1º Levantamento (ESTÁGIO 3)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Topo da Camada de Gap Graded

Data: 19/10/2010

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
170,039	4100	40,9	28,4	21,7	14,9	10,5	6,3	3,7	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,039	6500	58,7	42,0	32,8	23,0	16,5	9,5	5,9	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,030	2100	22,6	15,5	11,7	7,4	5,1	3,1	0,6	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,030	4100	44,5	32,3	24,9	16,8	11,3	6,6	3,5	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,030	6500	63,3	46,9	36,9	25,4	17,8	10,2	5,0	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,026	2100	13,3	10,0	8,1	5,9	4,5	3,2	2,8	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,026	4100	23,7	17,9	14,7	10,9	8,1	5,3	3,8	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,026	6500	34,2	26,3	21,7	16,2	12,3	8,1	5,9	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45

Levantamento Deflectométrico com FWD - Topo da Camada de Gap-Graded - 2º Levantamento (ESTÁGIO 4)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Topo da Camada de Gap Graded

Data: 26/04/2011

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
171,000	2100	8,7	7,7	7,1	6,4	5,7	4,4	3,3	21	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
171,000	4100	16,5	14,8	13,6	12,2	10,9	8,8	6,6	21	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
171,000	6500	24,5	22,4	20,9	18,9	16,8	13,6	10,6	21	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,990	2100	9,0	7,5	7,0	5,8	5,0	3,8	3,1	21	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,990	4100	16,7	14,3	12,9	11,1	9,7	7,4	6,0	21	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,990	6500	24,4	21,5	19,5	17,0	14,8	12,6	9,6	21	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,980	2100	8,7	7,1	6,3	5,4	4,8	3,7	2,9	21	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,980	4100	15,9	13,2	11,8	10,0	8,8	6,7	5,5	21	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,980	6500	23,3	19,5	17,4	15,4	13,3	11,1	8,9	21	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,970	2100	9,1	7,6	6,7	5,7	5,0	3,6	2,8	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,970	4100	17,2	14,5	12,9	11,1	9,6	7,2	5,6	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,970	6500	25,5	21,8	19,5	17,1	14,8	11,2	8,9	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,960	2100	10,1	8,7	7,5	6,6	5,4	3,9	2,9	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,960	4100	18,6	15,8	14,2	12,1	10,2	7,4	5,7	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,960	6500	27,0	23,6	21,2	18,4	15,6	11,8	9,4	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,949	2100	8,0	7,0	6,3	5,6	4,8	3,8	3,1	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,949	4100	15,4	13,5	12,2	10,7	9,5	8,5	6,3	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,949	6500	22,3	19,4	17,7	15,7	13,7	10,7	8,9	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,940	2100	7,4	6,3	5,8	5,2	4,4	3,2	2,6	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,940	4100	13,5	12,0	11,0	9,5	8,3	6,1	5,3	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,940	6500	20,7	18,5	16,9	15,2	13,4	10,8	8,7	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,929	2100	7,9	6,8	6,1	5,3	4,6	3,0	2,6	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,929	4100	15,1	12,9	11,7	10,1	8,7	6,2	5,1	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,929	6500	22,5	19,7	17,9	15,5	13,7	9,9	8,1	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,920	2100	8,0	6,6	6,1	5,2	4,4	2,9	2,5	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,920	4100	15,0	12,8	11,7	10,1	8,7	6,3	5,0	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,920	6500	22,0	19,1	17,4	15,3	13,4	10,3	7,8	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,910	2100	7,8	6,8	6,1	5,2	4,5	3,2	2,5	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,910	4100	14,5	12,3	11,1	9,5	8,2	5,4	4,5	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,910	6500	22,1	19,1	17,5	15,2	13,2	10,0	8,1	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,900	2100	7,6	6,5	6,0	5,2	4,6	3,2	2,7	23	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,900	4100	14,1	12,3	11,1	9,8	8,5	6,3	5,1	23	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,900	6500	20,8	18,3	16,8	14,8	12,9	10,5	8,2	23	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,890	2100	7,4	6,3	5,7	4,9	4,3	3,3	2,7	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,890	4100	13,4	11,5	10,4	9,0	7,9	6,0	4,9	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO

Levantamento Deflectométrico com FWD - Topo da Camada de Gap-Graded - 2º Levantamento (ESTÁGIO 4)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Topo da Camada de Gap Graded

Data: 26/04/2011

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
170,890	6500	20,2	17,7	16,0	14,0	12,3	10,6	8,2	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,880	2100	7,3	6,1	5,5	4,9	4,2	3,3	2,4	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,880	4100	13,6	11,2	10,2	8,9	7,8	5,8	4,7	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,880	6500	19,6	16,6	15,2	13,3	11,6	9,0	7,4	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,870	2100	7,0	6,1	5,5	4,9	4,3	3,2	2,6	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,870	4100	12,9	11,2	10,2	9,0	8,0	6,2	5,1	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,870	6500	19,0	16,8	15,4	13,8	12,1	9,7	8,1	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,860	2100	7,5	6,3	5,8	5,1	4,4	3,3	2,6	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,860	4100	13,6	11,8	10,8	9,3	8,3	6,2	5,1	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,860	6500	19,9	17,8	16,1	14,4	12,7	10,2	8,0	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,850	2100	7,9	6,6	6,1	5,3	4,6	3,3	2,7	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,850	4100	14,7	12,5	11,3	9,9	8,6	6,4	5,2	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,850	6500	21,6	18,8	17,2	15,1	13,3	10,3	8,3	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,840	2100	7,2	6,2	5,5	5,1	4,5	3,5	2,7	23	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,840	4100	13,2	11,4	10,6	9,3	8,2	6,0	5,1	23	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,840	6500	19,4	17,0	15,8	14,0	12,5	10,0	8,1	23	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,830	2100	7,3	6,1	5,5	4,9	4,3	3,1	2,6	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,830	4100	13,9	11,8	10,7	9,4	8,3	6,4	5,2	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,830	6500	20,6	17,7	16,2	14,3	12,7	10,1	8,4	22	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,820	2100	8,0	6,7	5,9	5,2	4,4	3,5	2,8	23	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,820	4100	14,4	12,1	10,9	9,2	8,0	6,4	5,1	23	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,820	6500	21,0	18,3	16,4	14,4	12,3	10,5	8,3	23	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,810	2100	8,3	7,3	6,7	5,8	4,9	4,0	3,2	23	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,810	4100	15,5	13,7	12,5	10,9	9,4	7,5	6,0	23	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,810	6500	22,7	20,3	18,4	15,8	14,0	11,9	9,3	23	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,800	2100	11,2	9,0	7,6	6,1	4,8	3,1	2,3	23	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,800	4100	24,1	20,3	17,6	13,8	10,7	6,9	4,8	23	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,800	6500	38,7	33,0	28,8	22,8	18,0	11,9	8,2	23	20	seção de avaliação onde foi executada RECONSTRUÇÃO
170,790	2100	9,3	7,8	6,9	5,8	4,8	3,3	2,6	22	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,790	4100	19,4	16,8	14,7	12,5	10,1	7,2	5,1	22	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,790	6500	31,0	27,1	24,3	20,2	16,7	11,9	8,7	22	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,780	2100	9,6	8,2	7,1	6,2	5,0	3,6	2,7	23	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,780	4100	19,5	17,4	15,4	12,7	10,5	7,2	5,2	23	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,780	6500	31,0	27,8	24,5	20,9	17,2	12,6	8,8	23	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,770	2100	11,4	9,5	8,3	6,7	5,4	3,6	2,8	23	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME

Levantamento Deflectométrico com FWD - Topo da Camada de Gap-Graded - 2º Levantamento (ESTÁGIO 4)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Topo da Camada de Gap Graded

Data: 26/04/2011

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
170,770	4100	23,2	19,8	17,3	14,0	11,2	7,8	5,5	23	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,770	6500	35,6	31,0	27,3	22,0	17,9	12,6	9,0	23	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,760	2100	8,2	6,7	5,7	5,0	4,1	2,9	2,4	23	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,760	4100	17,1	14,6	12,8	10,2	8,4	6,3	4,9	23	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,760	6500	27,6	23,6	20,6	17,2	13,9	10,3	7,7	23	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,750	2100	8,4	7,0	6,2	5,2	4,3	2,9	2,3	22	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,750	4100	16,0	13,8	12,1	10,0	8,3	5,9	4,5	22	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,750	6500	24,3	21,4	18,9	15,6	13,1	9,8	7,6	22	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,740	2100	9,5	7,8	6,6	5,5	4,3	2,9	1,8	22	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,740	4100	19,7	16,7	14,5	11,4	8,9	5,7	4,0	22	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,740	6500	30,9	26,5	23,0	18,2	14,3	9,7	6,4	22	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,730	2100	6,3	5,1	4,3	3,6	2,8	1,9	1,4	22	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,730	4100	13,5	11,3	9,7	7,8	6,3	4,1	3,0	22	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,730	6500	22,0	18,7	16,3	12,9	10,4	6,8	4,9	22	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,720	2100	7,8	6,3	5,6	4,4	3,6	2,4	1,6	22	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,720	4100	15,7	13,2	11,6	9,4	7,5	4,9	3,4	22	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,720	6500	24,8	21,3	18,5	15,3	12,4	8,7	5,7	22	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,710	2100	10,6	8,7	7,4	6,0	4,5	2,7	1,6	22	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,710	4100	22,1	18,7	16,2	12,8	10,0	6,3	3,9	22	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,710	6500	34,7	29,7	25,7	20,6	15,9	10,0	6,1	22	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,700	2100	10,2	8,5	7,4	6,1	4,8	3,0	1,8	22	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,700	4100	22,1	18,7	16,5	13,3	10,7	6,5	4,0	22	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,700	6500	35,2	30,3	26,8	22,0	17,6	11,5	7,0	22	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,690	2100	10,3	8,2	7,0	5,4	4,0	2,5	1,6	22	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,690	4100	22,2	18,2	15,2	11,9	9,0	5,2	3,2	22	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,690	6500	34,7	29,0	24,5	19,1	14,7	9,0	5,3	22	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,680	2100	7,8	6,2	5,2	4,3	3,2	2,0	1,1	22	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,680	4100	16,1	13,3	11,3	8,6	6,5	3,6	2,2	22	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,680	6500	25,2	21,4	18,2	14,2	10,8	6,6	3,7	22	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,670	2100	6,8	5,4	4,6	3,2	2,9	1,6	1,1	22	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,670	4100	14,7	12,2	10,3	8,1	6,1	3,8	2,3	22	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,670	6500	23,7	20,2	17,3	13,6	10,4	6,6	3,9	22	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,660	2100	7,1	5,9	5,1	4,2	3,2	2,0	1,1	21	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,660	4100	14,5	12,4	10,8	8,5	6,5	3,8	2,4	21	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,660	6500	23,3	20,5	17,7	14,4	10,9	7,0	4,0	21	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME

Levantamento Deflectométrico com FWD - Topo da Camada de Gap-Graded - 2º Levantamento (ESTÁGIO 4)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Topo da Camada de Gap Graded

Data: 26/04/2011

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
170,650	2100	9,7	7,8	6,8	5,2	3,8	2,2	1,2	22	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,650	4100	20,3	17,0	14,7	11,6	8,5	5,0	2,8	22	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,650	6500	32,5	27,4	23,9	18,8	14,1	8,3	4,5	22	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,640	2100	11,5	9,3	7,9	6,1	4,7	2,8	1,5	21	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,640	4100	23,4	19,3	16,7	12,9	9,8	5,5	3,3	21	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,640	6500	35,9	30,2	26,0	20,5	15,8	9,7	5,4	21	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,630	2100	9,9	8,1	6,8	5,3	3,9	2,2	1,7	21	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,630	4100	19,8	16,9	14,3	11,0	8,4	4,7	2,6	21	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,630	6500	31,0	26,5	22,7	17,7	13,5	8,0	4,1	21	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,620	2100	10,8	8,8	7,3	5,6	4,1	2,4	1,1	21	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,620	4100	23,2	18,6	16,0	12,1	9,0	5,0	2,8	21	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,620	6500	36,4	30,1	25,8	20,0	14,9	8,8	4,9	21	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,610	2100	13,4	11,3	9,4	7,3	5,3	2,9	1,4	21	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,610	4100	27,7	23,7	20,0	15,7	11,6	6,3	3,2	21	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,610	6500	42,8	37,0	31,5	24,8	18,7	10,7	5,4	21	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,600	2100	12,0	9,6	7,9	5,9	4,2	2,2	0,9	21	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,600	4100	25,6	21,1	17,7	13,2	9,4	5,0	2,4	21	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,600	6500	39,9	33,4	28,0	21,4	15,4	8,3	3,9	21	20	seção de avaliação onde foi executado 14cm - EME
170,590	2100	13,1	10,1	7,8	5,7	3,8	2,1	1,0	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,590	4100	28,1	22,2	17,6	12,7	8,8	4,5	2,2	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,590	6500	44,3	35,8	29,2	21,4	15,2	8,1	4,0	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,579	2100	10,3	8,2	6,6	4,9	3,6	2,1	0,9	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,579	4100	22,8	18,7	15,6	11,4	8,3	4,5	2,4	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,579	6500	36,8	30,8	26,0	19,7	14,4	8,1	4,2	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,570	2100	9,8	8,0	6,6	5,3	4,0	2,4	1,3	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,570	4100	22,3	18,8	16,0	12,6	9,6	5,6	3,3	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,570	6500	36,2	31,1	26,9	21,4	16,6	10,4	6,0	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,560	2100	10,3	8,5	7,3	5,7	4,4	2,7	1,4	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,560	4100	23,4	20,1	17,5	13,6	10,4	6,1	3,6	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,560	6500	38,4	33,3	29,1	23,5	18,3	11,8	6,7	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,550	2100	13,4	10,0	7,8	5,5	4,1	1,4	1,2	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,550	4100	29,5	23,0	18,4	13,6	9,9	5,0	3,1	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,550	6500	46,0	36,8	30,0	22,5	16,9	8,7	5,3	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,540	2100	10,5	8,4	6,6	4,9	3,5	1,9	0,8	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,540	4100	21,3	17,6	14,4	10,2	7,1	3,6	1,9	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME

Levantamento Deflectométrico com FWD - Topo da Camada de Gap-Graded - 2º Levantamento (ESTÁGIO 4)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Topo da Camada de Gap Graded

Data: 26/04/2011

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
170,540	6500	33,0	27,7	22,8	17,0	12,2	7,0	3,3	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,530	2100	20,8	13,8	10,3	7,3	5,0	2,3	1,4	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,530	4100	38,2	27,3	21,1	15,2	10,4	5,4	2,9	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,530	6500	54,3	39,8	31,2	23,3	16,5	9,2	4,7	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,520	2100	11,4	9,5	7,8	6,3	4,4	2,7	1,5	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,520	4100	23,9	20,2	17,1	13,1	9,7	5,3	2,9	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,520	6500	37,0	31,6	26,8	20,9	15,7	9,3	5,0	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,510	2100	9,9	7,8	6,4	4,9	3,6	1,2	1,1	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,510	4100	21,7	17,4	14,6	11,2	8,2	4,2	2,5	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,510	6500	34,2	28,0	23,8	18,2	13,9	7,5	4,4	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,500	2100	11,6	9,2	7,6	5,6	3,8	2,0	0,9	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,500	4100	24,9	20,0	17,0	12,3	8,7	4,3	2,1	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,500	6500	38,3	31,0	26,3	19,6	13,9	7,5	3,5	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,490	2100	9,4	7,7	6,2	4,5	3,2	1,60	0,8	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,490	4100	21,0	17,4	14,3	10,4	7,3	3,0	1,9	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,490	6500	33,9	28,2	23,4	17,5	12,4	5,6	3,2	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,480	2100	16,5	11,4	9,1	7,0	5,1	2,2	2,1	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,480	4100	32,3	23,4	19,0	14,3	10,3	5,3	4,9	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,480	6500	47,1	34,6	28,6	21,9	16,0	10,60	8,6	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,470	2100	9,0	7,3	6,0	4,6	3,5	1,40	1,2	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,470	4100	18,8	16,0	13,4	10,4	7,8	3,2	2,8	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,470	6500	29,4	25,2	21,7	16,8	13,0	6,7	4,7	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,460	2100	10,6	8,7	7,0	5,2	3,6	1,1	0,8	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,460	4100	22,7	18,8	15,5	11,0	7,9	3,2	1,8	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,460	6500	35,1	29,5	24,6	18,2	12,9	5,9	3,2	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,449	2100	11,3	9,2	7,5	5,8	4,0	1,7	1,0	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,449	4100	24,1	20,1	16,5	12,4	8,8	4,1	2,1	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,449	6500	37,2	31,3	26,2	19,8	14,4	7,4	3,8	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,440	2100	11,2	8,7	7,2	5,5	3,9	1,60	1,1	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,440	4100	23,7	19,0	15,8	11,9	8,6	3,0	2,3	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,440	6500	36,5	30,0	25,3	19,4	14,0	6,2	3,6	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,430	2100	13,5	12,0	10,3	7,8	5,5	3,01	1,5	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,430	4100	28,1	25,3	21,7	16,8	12,1	4,7	3,0	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,430	6500	42,8	38,5	33,5	26,1	19,2	8,7	5,2	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,420	2100	9,6	8,1	6,6	5,2	3,8	1,66	0,9	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME

Levantamento Deflectométrico com FWD - Topo da Camada de Gap-Graded - 2º Levantamento (ESTÁGIO 4)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Topo da Camada de Gap Graded

Data: 26/04/2011

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
170,420	4100	20,6	17,7	15,0	11,4	8,4	3,3	2,4	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,420	6500	32,5	28,4	24,3	18,9	14,1	6,3	4,0	21	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,410	2100	7,8	6,0	4,7	3,3	2,3	0,71	0,6	22	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,410	4100	15,4	11,9	9,5	6,5	4,5	1,0	0,9	22	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,410	6500	23,4	18,7	15,1	10,7	7,4	2,3	1,7	22	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,400	2100	12,2	9,3	7,1	5,2	3,7	1,66	1,0	22	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,400	4100	25,7	20,1	16,1	11,5	8,3	3,2	2,5	22	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,400	6500	38,8	30,8	25,0	18,2	13,2	6,2	3,9	22	20	seção de avaliação onde foi executado 11cm - EME
170,390	2100	10,0	8,0	6,6	5,0	3,6	0,8	0,3	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,390	4100	21,9	17,8	14,9	11,1	8,2	3,4	2,5	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,390	6500	34,0	28,2	23,6	17,8	13,5	6,1	4,3	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,379	2100	6,7	5,0	3,9	3,2	2,2	0,83	0,8	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,379	4100	12,6	9,6	7,6	5,5	4,1	2,07	1,9	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,379	6500	18,9	14,3	11,4	8,4	6,3	3,1	2,8	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,370	2100	8,6	5,3	3,8	3,0	2,1	0,89	0,9	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,370	4100	16,1	10,0	7,3	5,3	4,1	2,31	2,0	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,370	6500	23,4	15,1	11,5	8,4	6,6	3,2	3,0	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,360	2100	16,0	12,2	9,6	7,1	5,3	2,0	1,9	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,360	4100	34,0	26,8	22,0	16,3	12,3	6,8	4,3	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,360	6500	51,6	41,6	34,4	26,3	19,9	11,6	7,8	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,350	2100	12,1	9,7	7,8	5,8	4,4	1,77	1,5	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,350	4100	25,1	20,4	16,9	12,6	9,4	3,6	3,2	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,350	6500	38,2	31,4	26,3	20,1	15,1	6,7	5,5	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,340	2100	11,5	9,4	7,8	6,3	4,8	3,2	2,2	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,340	4100	24,5	20,2	17,1	13,2	10,5	6,8	4,7	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,340	6500	37,6	31,7	27,2	21,7	17,0	11,2	7,8	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,330	2100	16,1	12,3	9,8	7,1	5,5	2,80	2,2	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,330	4100	32,8	26,1	21,5	16,1	12,3	5,7	4,9	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,330	6500	48,9	39,6	33,4	25,6	19,6	10,4	8,2	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,320	2100	19,8	15,5	12,6	9,3	6,8	2,8	2,5	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,320	4100	40,7	32,9	27,4	20,2	15,2	8,2	5,7	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,320	6500	58,9	48,2	40,7	30,9	23,3	13,8	9,1	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,310	2100	17,8	14,0	11,5	8,6	6,4	3,69	3,1	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,310	4100	38,9	31,7	26,4	20,0	15,0	7,4	6,1	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,310	6500	59,8	49,7	41,9	32,6	24,6	13,5	10,1	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME

Levantamento Deflectométrico com FWD - Topo da Camada de Gap-Graded - 2º Levantamento (ESTÁGIO 4)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Topo da Camada de Gap Graded

Data: 26/04/2011

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
170,300	2100	19,1	15,1	12,3	9,5	7,1	4,10	3,1	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,300	4100	39,8	32,3	27,1	20,3	15,7	7,9	6,5	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,300	6500	59,5	49,4	41,9	32,0	24,9	14,4	10,9	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,290	2100	25,4	18,8	15,1	10,8	8,0	3,90	3,2	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,290	4100	48,6	37,1	30,2	22,3	16,4	7,8	6,4	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,290	6500	68,5	53,5	44,2	33,5	25,2	13,8	10,3	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,280	2100	16,5	13,2	11,1	9,0	6,9	4,8	3,4	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,280	4100	33,7	27,6	23,6	18,7	14,7	9,8	7,2	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,280	6500	49,2	41,5	35,8	28,6	22,9	16,2	11,5	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,270	2100	14,8	11,8	9,6	7,3	5,5	2,80	2,5	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,270	4100	31,1	25,4	21,0	16,0	12,2	5,9	5,2	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,270	6500	47,0	39,2	33,1	25,7	19,6	10,5	8,4	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,260	2100	13,5	10,6	8,8	7,1	5,4	3,3	2,5	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,260	4100	27,7	22,3	19,0	14,6	11,5	7,6	5,1	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,260	6500	41,8	34,6	29,6	23,3	18,5	12,1	8,5	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,250	2100	18,5	14,8	11,9	9,0	6,5	2,5	2,5	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,250	4100	38,3	31,3	25,4	19,2	14,2	7,7	5,6	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,250	6500	57,6	47,5	39,4	30,1	22,8	13,2	9,0	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,239	2100	14,9	11,4	9,3	7,2	5,5	3,5	2,3	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,239	4100	31,6	25,6	21,5	16,8	13,1	8,6	6,4	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,239	6500	47,8	39,1	33,0	26,3	20,7	14,1	9,9	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,230	2100	13,2	10,2	8,3	6,5	5,2	3,7	2,8	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,230	4100	27,1	21,9	18,2	14,2	11,4	8,1	6,0	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,230	6500	41,2	33,6	28,2	22,4	17,8	12,3	8,7	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,220	2100	15,8	12,7	10,4	7,7	5,8	3,7	2,5	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,220	4100	31,7	26,1	21,6	16,2	12,3	7,5	5,2	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,220	6500	48,0	40,4	33,8	26,1	19,9	13,1	8,8	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,210	2100	15,1	12,1	9,9	7,4	5,5	3,5	2,3	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,210	4100	31,4	25,8	21,4	16,3	12,3	7,8	5,3	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,210	6500	47,2	39,5	33,3	25,9	19,9	12,7	8,7	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,200	2100	19,3	15,2	12,6	9,4	7,2	4,3	3,0	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,200	4100	37,9	30,9	26,1	20,0	15,3	9,8	6,3	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,200	6500	55,9	46,6	39,6	31,0	24,0	15,4	10,2	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - EME
170,190	2100	19,8	15,6	12,8	9,8	7,5	4,4	3,5	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,190	4100	39,7	32,2	26,8	20,5	15,7	9,9	6,5	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45

Levantamento Deflectométrico com FWD - Topo da Camada de Gap-Graded - 2º Levantamento (ESTÁGIO 4)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Topo da Camada de Gap Graded

Data: 26/04/2011

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
170,190	6500	58,0	48,0	40,5	31,6	24,6	15,7	10,6	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,170	2100	13,3	11,1	9,3	7,6	5,9	4,2	3,2	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,170	4100	28,2	23,7	20,3	16,3	13,0	9,0	6,6	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,170	6500	43,2	37,2	32,1	26,2	20,9	15,0	10,9	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,160	2100	12,6	9,7	8,2	6,3	5,2	3,5	0,5	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,160	4100	25,9	20,6	17,4	13,7	10,9	7,5	5,7	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,160	6500	39,6	32,2	27,5	22,0	17,7	12,7	9,3	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,150	2100	12,6	9,3	7,4	5,7	4,2	3,1	2,1	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,150	4100	24,9	18,9	15,3	11,2	8,6	5,7	4,4	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,150	6500	37,3	29,0	23,8	18,0	13,9	9,6	7,1	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,140	2100	8,2	6,0	4,9	3,9	3,1	1,8	1,6	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,140	4100	15,0	11,6	9,4	7,5	6,0	4,3	3,4	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,140	6500	22,2	17,3	14,3	11,4	9,4	6,8	5,5	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,130	2100	12,9	8,9	6,9	5,1	3,7	2,8	1,8	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,130	4100	24,9	17,2	13,7	9,9	7,7	5,1	3,8	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,130	6500	37,0	26,1	20,9	15,6	11,7	8,7	6,2	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,120	2100	9,6	7,1	5,7	4,3	3,2	2,2	1,5	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,120	4100	20,4	15,6	12,9	9,8	7,5	4,8	3,2	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,120	6500	31,3	24,4	20,3	16,0	12,2	8,2	5,4	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,110	2100	11,3	7,9	5,9	4,3	2,9	2,0	1,3	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,110	4100	22,8	16,4	12,8	8,9	6,3	3,8	0,5	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,110	6500	34,1	25,1	19,8	14,1	10,2	6,2	4,0	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,100	2100	14,0	9,3	7,0	4,8	3,3	1,9	1,2	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,100	4100	27,1	19,3	14,8	10,3	7,0	4,0	2,6	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,100	6500	39,7	29,0	22,8	16,4	11,4	6,6	4,0	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,090	2100	11,7	8,2	6,4	4,5	3,1	1,9	1,3	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,090	4100	22,8	16,7	13,3	9,5	6,6	3,7	2,3	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,090	6500	33,4	25,2	20,5	15,0	10,7	6,3	4,0	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,080	2100	22,3	14,3	9,9	6,4	4,0	2,1	1,2	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,080	4100	40,1	27,4	19,7	12,9	8,4	4,2	2,3	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,080	6500	54,8	38,6	28,5	19,5	12,9	6,8	3,8	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,070	2100	19,5	12,3	8,5	5,6	3,5	2,1	0,8	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,070	4100	34,2	23,3	16,9	11,3	7,4	3,4	1,9	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,070	6500	47,5	33,4	24,8	17,3	11,6	6,2	3,2	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,060	2100	19,7	13,0	9,5	6,3	4,1	2,2	1,2	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45

Levantamento Deflectométrico com FWD - Topo da Camada de Gap-Graded - 2º Levantamento (ESTÁGIO 4)

Rodovia: Presidente Dutra - BR-116
Pista: Norte (São Paulo)
Sentido: Rio de Janeiro

Faixa: 2
Trecho: Topo da Camada de Gap Graded

Data: 26/04/2011

km	Força (kgf)	Deflexões (0,01 mm)							Temp. Ar (°C)	Temp. Pav. (°C)	Obs
		D0	D200	D300	D450	D600	D900	D1200			
170,060	4100	37,4	25,9	19,7	13,3	8,9	4,5	2,4	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,060	6500	52,3	37,5	28,9	20,3	13,9	7,3	4,0	21	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,050	2100	20,0	13,0	9,5	6,8	4,4	2,8	1,5	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,050	4100	37,1	26,0	19,9	14,1	9,7	5,1	3,0	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,050	6500	52,3	37,7	29,7	21,8	15,2	8,8	4,8	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,040	2100	15,7	11,2	8,3	6,1	4,4	2,8	1,7	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,040	4100	30,7	22,8	17,6	13,0	9,3	5,5	3,3	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,040	6500	45,1	34,4	27,0	20,3	14,8	9,1	5,4	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,030	2100	15,3	11,5	9,1	6,6	4,6	3,0	1,7	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,030	4100	31,7	24,5	19,9	14,5	10,4	5,9	3,7	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,030	6500	46,7	37,0	30,3	22,5	16,6	10,3	6,2	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,020	2100	15,9	11,9	9,4	6,4	4,3	2,5	1,8	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,020	4100	28,8	22,5	18,0	12,7	8,7	5,2	3,4	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45
170,020	6500	40,1	32,1	26,3	19,0	13,4	8,3	5,4	22	20	seção de avaliação onde foi executado 8cm - CAP 30/45